

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta

Nikke Suominen

KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN SÄHKÖISEN VALVONNAN
EUROOPAN LAAJUINEN KEHITTÄMINEN

Diplomityö

10.11.2009

Valvoja: Prof. Heikki Hämmäinen

Ohjaaja: TkT Jukka Katainen

Tekijä: Nikke Suominen

Työn nimi: Kasvihuonekaasupäästöjen sähköisen valvonnan Euroopan laajuinen kehittäminen

Päivämäärä: 10.11.2009

Kieli: Suomi

Sivumäärä: 9+85

Pääaine: Telecommunications Management

Valvoja: Prof. Heikki Hämmäinen

Ohjaaja: TkT Jukka Katainen

Kasvihuonekaasuja toiminnallaan tuottavat laitokset on Euroopassa velvoitettu tarkkailemaan päästöjään ja raportoimaan niistä vuosittain. Velvoitteen täyttämiseen ei kuitenkaan ole ollut olemassa tiettyä formaattia, eikä sitä ole keskitetysti valvottu. Tästä johtuen kansalliset raportointikäytännöt eroavat toisistaan, sillä velvoiteohjetta on eri maissa tulkittu eri tavoilla. Tilanne johtaa tehottomuuteen päästöjen valvonnassa, vähentää sen uskottavuutta, eikä ole tyydyttävä viranomaisille tai toiminnanharjoittajille.

Tässä tutkimuksessa kehitettiin Euroopan laajuinen raportointiformaatti, jonka on tarkoitus soveltua korvaavaksi systeemiksi kansallisille raportointikäytännöille. Pyrkimyksenä on tarjota järjestelmäriippumaton kuvaus sille tiedonvaihdolle, jota kasvihuonekaasupäästöjen valvonnassa tarvitaan.

Tutkimuksessa analysoitiin valvonnasta määrääviä regulaatioita, sekä tutkittiin kasvihuonekaasupäästöjen valvontaa varten kehitettyjä järjestelmiä. Näiden pohjalta kehitettiin raportointiformaatti, joka ottaa huomioon sekä regulaatioiden määräykset, että formaatin loppukäyttäjien vaatimukset. Raportointiformaatti kehitettiin iteratiivisesti yhteistyössä eri Euroopan maiden päästökaupan viranomaisten ja muiden asiantuntijoiden kanssa.

Tutkimuksen lopputuloksena on XBRL-merkintäkielellä toteutettu sähköinen raportointiformaatti Euroopan kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailuun ja raportointiin. Raportointiformaatti mahdollistaa keskitetyn, Euroopan laajuisen päästöjen valvonnan, mitä ei aiemmin ole voitu olemassa olevilla keinoilla järkevästi toteuttaa.

Avainsanat: Kasvihuonekaasupäästöt, raportointi, XML, XBRL, viranomaisvalvonta

Author: Nikke Suominen

Title of thesis: European-wide Development Of The Electronic Supervision Of The Greenhouse Gas Emissions

Date: November 10th, 2009

Language: Finnish

Pages: 9+85

Major: Telecommunications Management

Supervisor: Prof. Heikki Hämmäinen

Instructor: D.Tech. Jukka Katainen

In Europe, industrial plants producing green house gases (GHG) are obligated to monitor and report their emissions annually. However, there has not been any specific format for the reporting, nor has it been centrally supervised. For that reason, the reporting practices in different countries differ greatly from each other, due to the fact, that the regulation has been interpreted in various ways. The situation is leading to inefficient supervision of GHG-emissions, decreases its credibility, and is not satisfactory for the administrative authorities or operators.

In this study a European-wide reporting format was developed, which is intended to be suitable for a replacing system the national reporting practices. The goal is to offer a system independent specification for the exchange of information that is needed to supervise GHG-emissions in the Europe.

The regulations determining to rules for the supervision of the GHG-emissions were analyzed and existing systems for GHG-emissions supervision were studied. Using the findings as a basis for the study, a reporting format was developed, taking both the authoritative regulations and the requirements of the end-users into account. The reporting format was developed in an iterative process with the emissions trading authorities of several European countries and different experts of the related areas.

The result of the study is an electronic reporting format for monitoring and reporting of the GHG-emissions in Europe, implemented with the XBRL markup language. The reporting format enables centralized, European-wide supervision of GHG-emissions, which has not been possible to be (cost-effectively) realised with any current methods.

Keywords: Green house gas emissions, reporting, XML, XBRL, supervision by authorities

Esipuhe

Tahdon kiittää professori Heikki Hämmäistä ja TkT Jukka Kataista heidän avustaan ja ohjauksestaan diplomityöni kirjoittamisessa.

Espoossa 10.11.2009

Nikke Suominen

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
1.1	Tausta.....	1
1.2	Tutkimusongelma ja tutkimuksen tavoite	3
1.3	Tutkimusmenetelmä.....	4
1.4	Tutkimuksen rajausta	5
1.5	Tutkielman rakenne.....	5
2	Katsaus kasvihuonekaasujen valvontaan Euroopassa	7
2.1	Kuvaus kasvihuonekaasupäästöjen valvonnasta Euroopassa	7
2.2	Luvituksen, tarkkailun, raportoinnin, ja todentamisen prosessikuvaus	9
2.3	Päästökaupparekisterit.....	11
2.4	Käytössä olevat järjestelmät kasvihuonekaasupäästöjen valvontaan	13
3	Tutkimusmenetelmät ja käytettävät teknologiat.....	16
3.1	Raportointiformaatille asetetut vaatimukset	16
3.2	Iteratiivinen vaatimusmäärittely ja -analyysi	17
3.3	XML.....	19
3.3.1	Historia	19
3.3.2	XML-kieli.....	20
3.3.3	XML-skeema	22
3.3.4	Nimiavaruudet	26
3.4	XBRL	27
3.4.1	Historia	28
3.4.2	XBRL-taksonomia	29
3.4.3	XML:n ja XBRL:n tärkeimmät eroavaisuudet	32
4	Tulokset	34
4.1	Käytössä olevien järjestelmien hyödyntäminen	34
4.2	Tarvittavat viestit raportointiformaatissa.....	37
4.3	Päästöluvan haku ja tarkkailusuunnitelma.....	40
4.3.1	Dokumenttitiedot.....	41

4.3.2	Tiedot toiminnanharjoittajasta	42
4.3.3	Päästöluvan tiedot.....	43
4.3.4	Päästöjä aiheuttavien toimintojen tiedot	44
4.3.5	Stationääristen laitosten tiedot.....	45
4.3.6	Stationääristen laitosten tarkkailumenetelmät	51
4.3.7	Ilmailutoiminnan tarkkailumenetelmät.....	60
4.3.8	Laadun tarkkailu ja valvonta.....	63
4.4	Kasvihuonekaasupäästöjen raportointi ja todentaminen	64
4.4.1	Dokumentin tiedot.....	65
4.4.2	Raportin yleiset tiedot	65
4.4.3	Laitoksien raportoinnin yksityiskohdat	66
4.4.4	Ilmailutoiminnan raportointi	70
4.4.5	Todentajanlausuntoon liittyvät tiedot.....	73
4.4.6	Viranomaisen määrittämät päästöt	74
4.5	Vaatimuksien täyttyminen	75
4.5.1	Euroopan Komission vaatimukset	75
4.5.2	Työryhmän vaatimukset.....	77
5	Johtopäätökset	81
5.1	Tutkimuksen tulokset.....	81
5.2	Tulosten arviointi	82
5.3	Tulosten hyödyntäminen.....	83
5.4	Jatkotutkimusaiheita.....	84

1 Johdanto

1.1 Tausta

Euroopan Komission direktiivi 2003/87/EC edellyttää toiminnallaan kasvihuonekaasuja tuottavilta laitoksilta kasvihuonekaasupäästöjen seuranta, valvontaa ja vuosittaista raportointia. Tähän mennessä päästöjen tarkkailu ja raportointi on tapahtunut tästä määräävän regulaation, Kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailu- ja raportointiohje (MRG2007) [7], mukaisesti. Ohjeen noudattamista ei ole käytännössä kuitenkaan voitu tehokkaasti ja keskitetysti valvoa, sillä eri maat ovat tulkinneet ohjeita hiukan eri tavoilla. Myöskään mitään standardimuotoista formaattia, jolla velvoitteiden täyttäminen ja valvonta raportoitaisiin kansainvälisesti, ei ole ollut olemassa. Tästä johtuen raportointikäytännöt eri Euroopan maiden välillä eroavat toisistaan huomattavasti. Jotkut maat ovat itse kehittäneet sähköisiä järjestelmiä, joiden avulla tuotetut selvitykset täyttävät MRG 2007:n asettamat vaatimukset raportoinnille. Osassa maista on taas käytössä yksinkertaisia taulukkolaskentaan perustuvia työkaluja, joilla päästöt ja niiden perusteena olevat lähtöarvot raportoidaan. Useat maat hoitavat raportointinsa paperilla, ilman minkäänlaisia kasvihuonekaasujen tarkkailuun suunniteltuja sähköisiä järjestelmiä. Tilanne vähentää kasvihuonekaasupäästöjen valvonnan uskottavuutta, eikä ole tyydyttävä päästöjen tarkkailuun ja raportointiin velvoitetuille toiminnanharjoittajille, todentajille, tai kasvihuonekaasupäästöjä valvoville viranomaisille, sekä johtaa tehottomuuteen ja virhealttiuteen raportoinnissa.

Standardimuotoisen sähköisen raportointiformaatin soveltuvuutta ja sen tuomia etuja EU:n päästökauppajärjestelmään (eritoten kasvihuonekaasupäästöjen raportointiin) on tutkittu aiemmin [1] [2] [3]. Näiden tutkimusten perusteella Euroopan Komissio yhdessä muiden päästökaupan asiantuntijoiden kanssa on tullut tulokseen, että Euroopan laajuinen sähköinen raportointiformaatti antaisi mahdollisuuden kerätä kattavasti ja tarkasti tietoa kasvihuonekaasupäästöistä maista, jotka kuuluvat EU ETS:ään (European Union Greenhouse Gas Emissions Trading System), eli Euroopan päästökauppajärjestelmän piiriin, ja myös vertailla näitä tietoja tehokkaasti [1] [2].

Standardoidun sähköisen järjestelmän käyttöönoton etuja on tutkittu [1] ja sähköisen järjestelmän on todettu mitä todennäköisimmin parantavan mm. raportoinnin laatua yhtenevämmän ja perusteellisemmän raportoinnin kautta [2]. Myös erilaisten

tarkastuksien ja todentamisen suorittaminen helpottuisi, ja näitä toimenpiteitä voitaisiin myös suorittaa nykyistä tarkemmin, nopeammin, sekä laadukkaammin. Standardoitu raportointiformaatti lisäisi erityisesti päästöjen tarkkailun avoimuutta, sillä kaikista maista olisi saatavilla yhtenäiset, vertailukelpoiset raportit [3]. Tällainen vuosittaisten päästöraporttien sisällön harmonisointi mahdollistaisi myös raporttien julkaisun Euroopan laajuisesti. Yhteinen formaatti poistaisi myös erilaisia kilpailun esteitä, koska esim. todentajayritykset voisivat tuottaa raporttinsa standardiformaatissa ja jopa omalla kielellään, riippumatta maasta jossa raportointi tehdään. Lisäksi yhdenmukaisella raportointiformaatilla ja -systeemillä voitaisiin lähtökohtaisesti taata myös raporttien oikeellisuus ja eheys.

ETS review [1] oli Komission alkuvuodesta 2007 kokoon kutsuma eri maiden päästökaupan asiantuntijoiden kolmen kokouksen sarja, jossa käsiteltiin päästökaupan tämän hetkisiä vajaavaisuuksia erityisesti päästöjen tarkkailun, raportoinnin ja todentamisen kannalta. Kokouksissa asiantuntijat ilmaisivat erilaisia näkökulmia, ajatuksia ja ehdotuksia päästökaupan sähköisten järjestelmien kehittämiseen, sekä erityisesti raportoinnin yhtenäistämiseen, jotta erilaisten tulosten vertailtavuutta ja läpinäkyvyyttä voitaisiin parantaa. Siitä, että tähän tarpeeseen vastaisi yhteinen, regulaatioin vahvistettu toimintatapa ja sen pohjalta kehitetty sähköinen järjestelmä, oltiin suurelta osin yhtä mieltä. Kokouksien pohjalta Euroopan Komissio toimeenpani tutkimuksia liittyen päästökaupan kokonaisvaltaiseen kehittämiseen, joista kahdesta tarkemmin seuraavassa.

Impact assessment [2] on EU Komission vuosina 2007–2008 teettämä tutkimus kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailun sekä raportoinnin käytännön toiminnasta ja miten sitä voitaisiin parhaiten kehittää. Tutkimuksessa selvitettiin, minkälaisia kustannustehokkaita keinoja mm. päästöjen raportoinnin läpinäkyvyyden, ennustettavuuden, sekä harmonisuuden lisäämiseksi voidaan kehittää. Myös yleisen tehokkuuden kehittäminen päästökaupan prosesseissa oli osa tutkimusta. Tutkimuksen tuloksena todettiin Euroopan laajuisen, sähköisen raportointiformaatin todennäköisesti vähentävän jokavuotiseen päästöluvituksen, päästöjen tarkkailun, raportoinnin, sekä todentamisen kokonaisprosessiin (johon tässä tutkimuksessa viitataan myöhemmin termillä EU ETS -prosessi) käytettävää työmäärää ja kustannuksia sekä lyhyellä, että pitkällä aikavälillä. Myös vuotuisten päästöjen ennustettavuuden ja arvioinnin arveltiin tarkentuvan raportointiformaatin laajamittaisen käyttöönoton myötä.

Kolme jäsenmaata (Hollanti, Iso-Britannia, ja Irlanti) tuottivat vuonna alkuvuodesta 2008 esityksen siitä, miten EU:n päästöjen tarkkailua ja raportointia voitaisiin sähköisillä järjestelmillä kehittää (*Demand for a workflow system for the EU ETS* [3]).

Esimerkkinä käytettiin suunnittelu- ja määrittelyvaiheessa olevaa järjestelmää päästöjen valvontaan, nimeltä ETSWAP. Esityksessä osoitettiin, kuinka luvitusta (eli päästölupien haku, muutokset, sekä peruutus), kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailua ja raportointia, sekä todentamista voidaan tehostaa ja virtaviivaistaa (esimerkiksi tämän tutkimuksen aiheena olevan Euroopan laajuisen raportointiformaatin kaltaisten) sähköisten järjestelmien ja standardien avulla.

Yksi tärkeimmistä Euroopan laajuisen raportointiformaatin kehittämisen syistä on pyrkimys päästä pois paperisesta kasvihuonekaasupäästöjen raportoinnista. Tämä asettaa haasteita raportointiformaatille, jonka tulee soveltua korvaavaksi systeemiksi kansallisille raportointikäytännöille, eli sillä pitää olla käytännössä mahdollista toteuttaa vastaava raportointi kuin aiemminkin. Tämän tutkimuksen tarkoitus on tutkia olemassa olevia päästökauppajärjestelmiä ja alaa koskevia regulaatioita, sekä suunnitella ja toteuttaa niiden kanssa mahdollisimman hyvin yhteensopiva Euroopan laajuinen sähköinen raportointiformaatti päästölupien hakuun, kasvihuonekaasujen tarkkailuun, vuosittaiseen kasvihuonekaasupäästöjen raportointiin, sekä päästöraporttien todentamiseen, johon tässä työssä viitataan jatkossa termillä raportointiformaatti. Pyrkimyksenä ei ole tarjota uutta järjestelmää tai prosessia päästöluvan hausta aina kasvihuonekaasupäästöjen raportointiin ja todentamiseen asti, vaan luoda järjestelmäriippumaton kuvaus sille tiedonvaihdolle, jota kasvihuonekaasupäästöjen kokonaisvaltaiseen ja yhtenäiseen valvontaan Euroopan laajuisesti tarvitaan.

1.2 Tutkimusongelma ja tutkimuksen tavoite

Tärkein tutkimuskysymys, johon työssä pyritään vastaamaan, on: *Minkälainen Euroopan laajuisen sähköisen raportointiformaatin tulee olla?* Tähän kysymykseen liittyvät olennaisesti niin Euroopan Komission ja raportointiformaatin käyttäjien vaatimukset (esim. yhdenmukaisuus direktiivin kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailua ja raportointia varten, 2007/589/EC, kanssa, sekä käytössä olevien järjestelmien huomioon otto), kuin erilaiset vaihtoehdot teknisessä toteutuksessa.

Lisäksi tutkimuksen aikana haetaan vastauksia kysymyksiin:

- miten Euroopan laajuisesti käyttöönotettavasta XML-standardilla (eXtensible Markup Language) toteutetusta raportointiformaatista saa rakennettua mahdollisimman käytettävän eri maiden erikoistarpeet huomioonottaen, sekä samalla (teknisesti) joustavan ja laajennettavan?

- minkälaisia vaatimuksia EU ETS -prosessi (ts. päästöluvitukset, kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailu, raportointi, sekä todentaminen) raportointiformaatille asettaa, sekä miten se vaikuttaa raportointiformaatin kehittämiseen ja toteutukseen?

1.3 Tutkimusmenetelmä

Jotta kehitettävän raportointiformaatin soveltuvuus Euroopan laajuiseksi sähköiseksi raportointistandardiksi voitiin taata mahdollisimman hyvin, raportointiformaatin kehitystä varten koottiin eri maiden päästökaupan ammattilaisista ja viranomaisista koottu työryhmä (Technical Working Group), joka kokoontui neljä kertaa vuoden 2009 aikana keskustelemaan raportointiformaatin sen hetkisestä toteutuksesta, kehittämistarpeista, sekä muista sille asetetuista vaatimuksista. Tapaamisissa käsiteltiin mm. raportointiformaatin sisällöllisiä vaatimuksia sekä regulaatioiden kannalta, että eri maiden sisäisten toimintamallien näkökulmasta.

Tutkimuksen kirjallisuusosuus keskittyy olemassa olevien järjestelmien tutkinnan ja niiden analysoinnin kautta selvittämään, minkälaisia kasvihuonekaasujen sähköiseen raportointiin kehitettyjä järjestelmiä on jo käytössä ja hyödyntämään tätä tietoa raportointiformaatin kehittämisessä. Lisäksi tutkimuksen kirjallisuusosassa selvitetään hyviä toimintatapoja XML-teknologialla kehitettävän skeema-määrittelyn suunnitteluun ja toteutukseen, sekä pyritään näiden avulla löytämään parhaat tekniset toteutustavat raportointiformaatin kannalta.

Tutkimuksen empiirisessä osassa puolestaan suunnitellaan ja toteutetaan asetetut tekniset ja sisällölliset vaatimukset täyttävä Euroopan laajuinen sähköinen raportointiformaatti EU ETS -prosessin tueksi, käyttäen hyväksi tutkimuksen kirjallisuusosuudesta saatuja tuloksia. Määräävänä tekijänä raportointiformaatin sisällön kannalta ovat vallitsevat lait ja asetukset, joten tutkimuksen empiirisessä osassa on koko ajan otettava huomioon kasvihuonekaasupäästöjen valvonnasta ja raportoinnista määräävät regulaatiot ja huomioida ne raportointiformaatin kehittämisessä. Oleellisesti tutkimuksen empiirisessä osassa pyritään selvittämään, minkälaisella rakenteella kasvihuonekaasupäästöjen raportointiin ja siihen liittyvä informaatio kannattaa esittää, sekä minkälaisilla datatyypeillä tätä informaatiota voidaan parhaiten kuvata, ottaen huomioon kaikki raportointiformaatille asetetut vaatimukset.

1.4 Tutkimuksen raja

Tutkimuksen aikana suunnitellaan ja toteutetaan sähköinen raportointiformaatti kasvihuonekaasupäästöjen valvonnan tarpeisiin Euroopassa. Tutkimus rajataan kattamaan asetetut vaatimukset täyttävän raportointiformaatin suunnittelu ja tekninen toteutus, ottaen mahdollisuuksien mukaan huomioon myös käyttäjien erikoistarpeet, joita kartoitetaan aiemmin mainitussa työryhmässä. Ensisijaisina vaatimuksena raportointiformaatin sisällölle ovat Euroopan Komission asettamat lähtökohdat ja tavoitteet raportointiformaatille, joita käsitellään kappaleessa 3.1.

Raportointiformaattia ei kehitetä kattamaan kaikkia EU ETS -prosessin (esitellään kappaleessa 2.2) vaatimia kommunikaatiotarpeita tai siihen liittyvää viestiliikennettä toiminnanharjoittajien ja viranomaisten välillä, vaan ainoastaan tarjoamaan mahdollisuuden esittää päästöluvan hakuun, kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailuun, raportointiin, sekä todentamiseen liittyvät viestit standardimuotoisina ja järjestelmäriippumattomina. Myös laajennettavuus ja joustavuus ovat raportointiformaatille asetettuja vaatimuksia, jotta raportointiformaattia voidaan jatkossa helposti kehittää ja laajentaa, esim. lisäämällä siihen myös muita kaasuja ja niihin liittyviä raportointitietoja.

Euroopan Komission pyynnöstä raportointiformaattiin otettiin lisäksi mukaan vuonna 2009 käyttöön otetut määräykset ilmailutoiminnan kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailusta ja raportoinnista (direktiivi 2009/29/EU), hiilidioksidin talteenotosta ja varastoinnista (Carbon Capture and Geological Storage, CCS, direktiivi 2009/31/EC), sekä typpioksiduulin (N₂O) tarkkailusta ja raportoinnista (direktiivi 2009/73/EC). Johtuen edellä mainittujen direktiivien nuoresta iästä, näiden määräysten täytäntöönpanosta ei ollut tutkimuksen aikana saatavilla käytännönaineistoa tai muitakaan käyttökokemuksia, joten ne otettiin raportointiformaatissa huomioon perustuen vain direktiiveissä määrättyihin toimintamalleihin ja niissä asetettuihin sääntöihin.

1.5 Tutkielman rakenne

Tutkielma jakautuu kolmeen eri pääkappaleeseen: kappaleessa 2 esitellään lyhyesti kasvihuonekaasujen valvonnan tämän hetkinen tila Euroopassa, sekä kuvataan käytössä olevia sähköisiä järjestelmiä niistä suoritettuna analyysin perusteella. Kappaleessa 3 kuvataan tarkemmin tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät, sekä raportointiformaatin toteutuksessa käytettävät teknologiat. Kappale 4 käsittelee tutkimuksen tuloksia, eli raportointiformaattia kokonaisuutena. Kappaleessa esitellään

raportointiformaatin tärkeimmät osa-alueet, tehtyjä ratkaisuja raportointiformaatin toteutuksessa, sekä ratkaisujen soveltuvuutta tarkoitukseensa, eli vastaavuutta raportointiformaatille asetettuihin vaatimuksiin. Tulosten arviointi ja johtopäätökset esitetään kappaleessa **Error! Reference source not found..**

2 Katsaus kasvihuonekaasujen valvontaan Euroopassa

Tässä kappaleessa kuvataan lyhyesti Euroopan kasvihuonekaasupäästöjen valvontaan liittyviä toimintoja, prosesseja, ja terminologiaa. Päästökaupan perustoimintojen ymmärtäminen auttaa ymmärtämään raportointiformaatin taustoja ja tulevaa toimintaympäristöä, sekä hahmottamaan paremmin Euroopan päästöjen valvontaa kokonaisuutena.

2.1 Kuvaus kasvihuonekaasupäästöjen valvonnasta Euroopassa

MRG2007 määrää kasvihuonekaasupäästöjen valvonnan lisäksi myös siitä, ketkä ovat velvoitettu tarkkailemaan ja raportoimaan päästöjään. Vaikka esim. henkilöautoilu, laivaliikenne, tai asuntojen öljylämmitys tuottavatkin päästöjä siinä missä öljynjalostamokin, on MRG2007:ssä velvoitettu vain (suuria päästömääriä tuottavat) erilaiset tuotantolaitokset päästöjen tarkkailuun ja raportointiin. Tämä johtuu lähtökohtaisesti siitä, että jos suurien laitosten päästöjä voidaan tehokkaasti vähentää, vaikuttaa se luonnollisesti voimakkaimmin maakohtaisiin ja sitä myöten koko Euroopan kokonaispäästöihin. Tässä yhteydessä mainittakoon, että Euroopan Komissio laatii tällä hetkellä regulaatioita mm. liiketoiminnalliseen tarkoitukseen tehtävän kevyen liikenteen päästöjen valvontaan [39]. Tämän tutkimuksen aiheena on kuitenkin kasvihuonekaasujen valvonta MRG2007:n mukaisesti, sisältäen siis vain kyseisen regulaation listaamat laitostyyppit ja velvoitteet.

Laitosten päästöjen valvonta on Euroopassa jaettu niin kutsuttuihin velvoitekausiin, joista ensimmäinen käsitti vuodet 2005–2007. Seuraava kausi, nk. Kioto-kaus, kattaa vuodet 2008–2012. Kioton ilmastopimus velvoittaa kaikkia Euroopan maita vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään tietyn määrän vuoteen 2012 mennessä. Tätä tavoitetta valvotaan maakohtaisesti viranomaisten toimesta, Euroopan Komission toimiessa kansainvälisenä hallintoelimenä. Valvonta ja raportointi suoritetaan kasvihuonekaasupäästöjen valvonnasta määräävän direktiivin, 2003/87/EC, antamien ohjeiden mukaisesti.

Euroopan Unionissa jokainen organisaatio, yritys, tai muu toimija, joka toiminnallaan tuottaa kasvihuonekaasupäästöjä, on velvoitettu anomaan viranomaisilta päästölupaa,

joka on kausittain haettava lupa harjoittaa kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavaa toimintaa. Päästöluvan saanutta toimijaa kutsutaan toiminnanharjoittajaksi. Päästöluvan osana toiminnanharjoittaja täyttää ns. tarkkailusuunnitelman, joka on käytännössä selvitys siitä, minkälaista toimintaa se harjoittaa ja minkälaisilla laitteilla aikoo päästöjään mitata ja valvoa. Lupaa ei myönnetä, jos tarkkailusuunnitelma ei ole riittävän tarkka ja yksityiskohtainen. Jokaiselle toiminnanharjoittajalle perustetaan myös päästöoikeustili kansalliseen päästökaupparekisteriin, joka on sähköinen arvo-osuusjärjestelmä päästöyksiköiden hallintaa varten. Päästökaupparekistereitä ja niiden välistä toimintaa esitellään lyhyesti kappaleessa 2.3.

Luvan saatuaan toiminnanharjoittaja on velvoitettu toimittamaan vuosittain viranomaisille päästöraportin, jossa se raportoi mm. edeltävän vuoden päästöjä aiheuttaneet toimintonsa, laitteet ja menetelmät joilla mittaaminen suoritettiin, käytetyt polttoaineet, sekä mittaustulosten perusteella suoritettut laskelmat kasvihuonekaasupäästöille. Päästöraportin tarkastaa aina riippumaton todentaja, joka liittää todentajanlausuntonsa osaksi raporttia. Todentajanlausunnon perusteella viranomainen hyväksyy päästöraportin ja siinä ilmoitetut päästömäärät. Jos raportissa ei ole kuvattu riittävän tarkasti harjoitettua toimintaa, tai raportoituihin toimiin liittyy esim. laadullisia puutteita, voidaan toiminnanharjoittajan päästöt määrittää kokonaisuudessaan myös viranomaisen toimesta.

Euroopan Komissio tarkistaa ja valvoo päästöoikeuksien käyttöä ja luovuttamista kansallisella tasolla, eli kunkin maan sisällä syntyneitä päästöjä sekä kokonaisuutena, että laitospohjaisesti. Vaikka toiminnanharjoittajien vuosittain luovuttamista päästöyksiköistä voidaan helposti laskea eri toiminnanharjoittajien ja maiden väliset erot kasvihuonekaasujen päästömäärissä ja kasvihuonekaasupäästöjen kehitys niin maakohtaisesti, kuin Euroopan laajuisestikin, ei paikallisilla viranomaisilla tai Euroopan Komissiolla ole tähän mennessä ollut mahdollisuutta tarkastella niitä tietoja, joiden perusteella toiminnanharjoittajat ovat päästönsä laskeneet, koska eri maissa nämä tiedot kerätään erilailla. Muutamalla maalla on käytössä teknisesti kehittyneitä sähköisiä järjestelmiä, joiden avulla nämä tiedot kerätään ja tarkistetaan, mutta useissa maissa käytetään yksinkertaisia taulukkolaskentaan perustuvia määrämuotoisia dokumentteja, ja joissain maissa tiedot kerätään vielä paperilla, ilman minkäänlaisia sähköisiä järjestelmiä.

Pystyäkseen keskitetysti valvomaan kasvihuonekaasupäästöjä, Euroopan Komissio on halunnut kehittää nimenomaan tähän tarkoitukseen suunnitellun sähköisen raportointiformaatin. Jos kaikki toiminnanharjoittajat hakevat päästölupansa, tekevät tarkkailusuunnitelmansa, sekä raportoivat vuosittaiset päästönsä standardissa sähköisessä muodossa, voidaan tätä informaatiota käyttää ja analysoida helposti myös

muualla. Myös eri järjestelmien välinen tiedonvaihto yksinkertaistuu, jos data toimitetaan aina määrättyssä muodossa. Euroopan Komissiolle yksi tärkeimmistä raportointiformaatin käyttötavoista onkin mahdollisuus luoda automaattisesti erilaisia tilastoja ja vertailla tietoja erityyppisten toiminnanharjoittajien ja maiden välillä. Vertailu ei ole mahdollista ennen kuin myös päästöjen laskentaan liittyvä tieto on olemassa standardoidussa sähköisessä muodossa.

2.2 Luvituksen, tarkkailun, raportoinnin, ja todentamisen prosessikuvaus

Jotta lukija voisi ymmärtää raportointiformaatilta vaaditut toiminnallisuudet, tässä kappaleessa esitellään päästöluvituksen, kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailun ja raportoinnin, sekä päästöjen todentamisen toimintaprosessi (eli EU ETS -prosessi) pääpiirteittäin. Myöhemmin tässä tutkimuksessa esitellään myös, kuinka kehitettävä raportointiformaatti soveltuu tukemaan näitä prosesseja ja toimintatapoja. EU ETS -prosessi on esitetty graafisesti kuvassa 1. Kuvassa mustalla värillä esitetyt prosessivaiheet ovat pakollisia vaiheita, harmaalla värillä esitetyt puolestaan suoritetaan vain tarvittaessa, esim. jos lupaan tarvitaan lisätarkennuksia ennen kuin se voidaan virallisesti hyväksyä. Erikoistapauksena prosessissa on todentajanlausunnolla varustetun päästöraportin luovutus viranomaiselle (esitetty oranssilla), joka vaihtelee maakohtaisesti. Raportin luovutuksen viranomaisten tarkastettavaksi tekee siis joko todentaja tai toiminnanharjoittaja, riippuen paikallisesti valitusta toimintatavasta.

Ensimmäinen vaihe prosessissa on toiminnanharjoittajan päästöluvan haku. Lupa on laitospaikoittainen sisältäen aina ns. tarkkailusuunnitelman. (Poikkeuksena tähän on Saksa, jossa päästölupa ja siihen liittyvä tarkkailusuunnitelma toimitetaan erikseen. Tätä tapausta käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.5.) Tarkkailusuunnitelmassa toiminnanharjoittaja kuvaa, minkälaisia toimintoja laitoksella on, millaisilla prosesseilla ja fyysisillä järjestelmillä näitä toimintoja suoritetaan, sekä minkä tyyppisillä välineillä laitoksen toimintoja tarkkaillaan ja mitataan. Sekä lupaa että siihen liittyvää tarkkailusuunnitelmaa voi kulloinkin olla voimassa vain yksi. Tarkkailusuunnitelma ja päästölupa voidaan uusida tarvittaessa, esim. laitoksen toimintojen tai menetelmien muuttuessa.

Luvan haun suorittaa toiminnanharjoittaja (vaihe 1), joka tarvitsee päästölupaa aloittaakseen tai jatkaakseen laitostoimintaa. Päästöluvan ja siihen liittyvän tarkkailusuunnitelman hyväksyy viranomainen. Viranomainen voi myös pyytää toiminnanharjoittajalta tarkennuksia lupaan ja tarkkailusuunnitelmaan, jos jommassakummassa on virheitä tai tarkennuksia vaativia osa-alueita (vaihe 2).

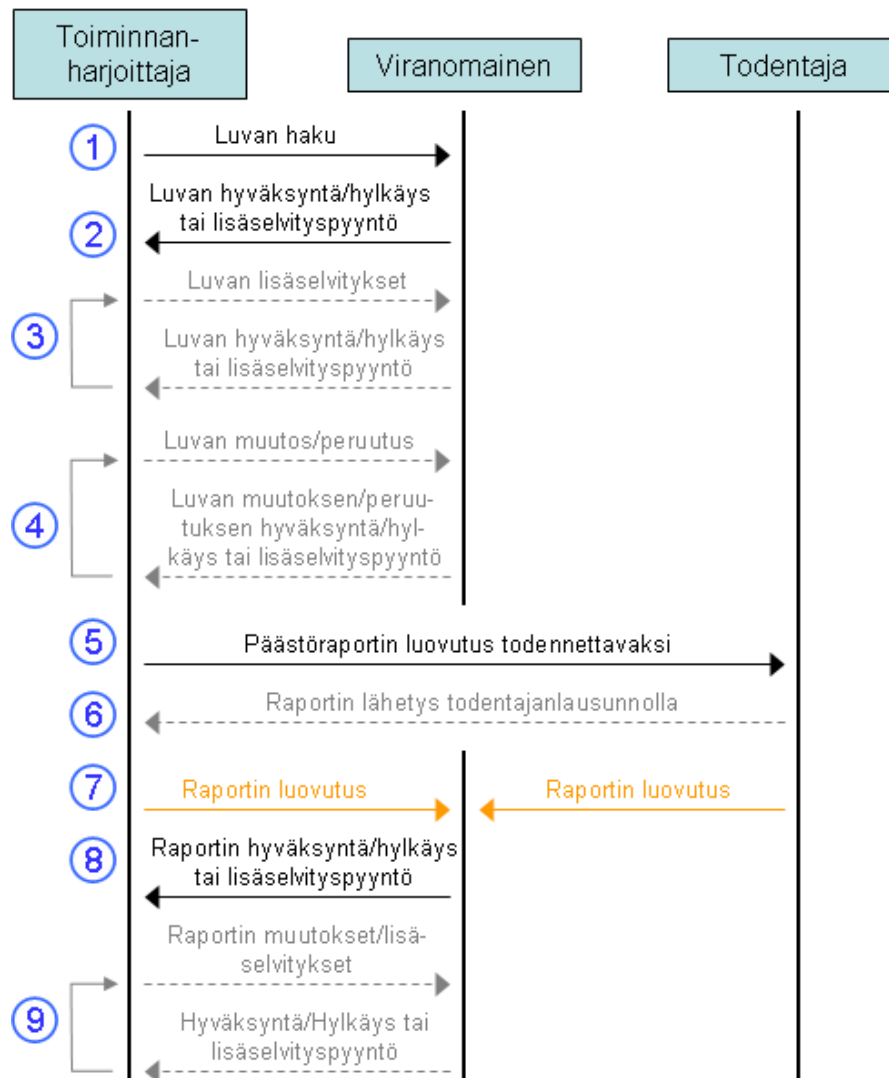
Toiminnanharjoittajan on tällöin toimittava tai täytettävä vaaditut tiedot, jonka jälkeen viranomainen arvioi lupapyyynnön ja tarkkailusuunnitelman uudestaan (vaihe 3). Kun lupa on hyväksytty, toiminnanharjoittajalle perustetaan viranomaisten toimesta päästöoikeustili kansalliseen päästökaupparekisteriin.

Luvan voimassaoloaikana lupaan tai siihen liittyvään tarkkailusuunnitelmaan voi hakea muutosta, tai sen voi peruuttaa. Muutos voi liittyä esimerkiksi rikkoutuneeseen polttouuniin, jonka tilalle laitos on hankkinut toisen uunin jonka tarkkailu tapahtuu eri tavoin. Viranomainen voi joko hyväksyä esitetyt muutokset tai luvan peruutuksen, tai pyytää lisäselvityksiä tarvittavilta osin (vaihe 4).

Raportointi suoritetaan kalenterivuositain vuoden alussa, aina edelliselle vuodelle. Toiminnanharjoittaja tuottaa päästölupaa vastaavalle laitokselle päästöraportin, jonka se toimittaa todennettavaksi todentajalle (vaihe 5). Raportissa ilmoitetaan mitatut tai lasketut arvot niille tekijöille, jotka tarkkailusuunnitelmassa kuvattiin. Jos tarkkailusuunnitelmaa on päivitetty raportointijakson aikana, voidaan toimia kahdella eri tavalla: joko toiminnanharjoittaja veloitetaan toimittamaan raportti jokaiselle tarkkailusuunnitelmalle erikseen, tai vaihtoehtoisesti yhdessä päästöraportissa raportoidaan kaikkiin edellisen vuoden tarkkailusuunnitelmiin liittyvät seikat.

Todentaja tehtävä on antaa toiminnanharjoittajan päästöraportista lausunto. Tämän jälkeen todentaja lisää niin kutsutun todentajanlausunnon kiinteäksi osaksi raporttia ja mahdollisesti myös lähettää todentajanlausunnolla varustetun päästöraportin takaisin toiminnanharjoittajalle (vaihe 6). Tässä vaiheessa raporttiin ei vielä pyydetä täydennyksiä tai korjauksia, vaan todentaja antaa lausuntonsa perustuen kokonaisuudessaan toiminnanharjoittajan raportissa toimittamaan tietoon.

Todentamisen jälkeen, kansallisesta toimintatavasta riippuen, todentaja joko toimittaa todentajanlausunnolla täydennetyn päästöraportin takaisin toiminnanharjoittajalle, joka välittää sen viranomaiselle sellaisenaan, tai todentaja toimittaa raportin suoraan viranomaiselle (vaihe 7). Todentajanlausunto on kuitenkin ”vain” esitys raportin oikeellisuudesta ja viimekädessä viranomainen joko hyväksyy tai hylkää raportin (vaihe 8). Jälkimmäisessä tapauksessa viranomainen yleensä pyytää tarpeen mukaan raporttiin tarkennuksia toiminnanharjoittajalta (vaihe 9).



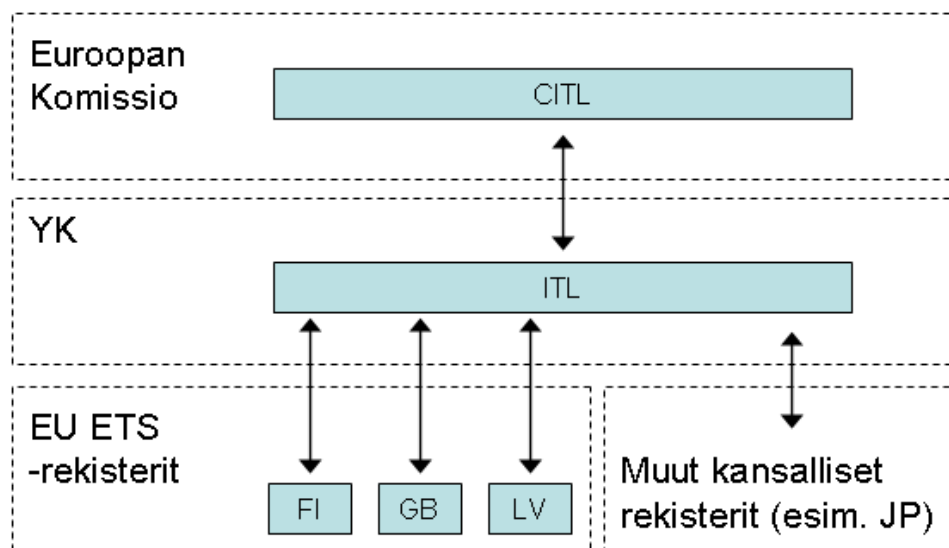
Kuva 1. Päästöluvituksen, tarkkailun, kasvihuonekaasupäästöjen raportoinnin, sekä todentamisen yleinen prosessikuvaus

2.3 Päästökaupparekisterit

Päästökaupparekisterit ovat käytännössä päästöyksiköiden hallintaan tarkoitettuja sähköisiä arvo-osuusjärjestelmiä, joiden avulla päästöyksiköitä hallitaan ja vuosittaiset kasvihuonekaasupäästöt ilmoitetaan. Euroopan kasvihuonekaasupäästöjä valvovat viranomaiset, Euroopan Komissio ja Yhdistyneet Kansakunnat (YK), hallinnoivat niin sanottuja keskusrekisterejä, joissa pidetään kirjaa päästöyksiköistä ja kasvihuonekaasupäästöistä koko Euroopan laajuisesti. Komission keskusrekisteri on nimeltään Euroopan Yhteisön Riippumaton Tapahtumaloki (Community Independent Transaction Log, CITL) [37] ja YK:n puolestaan Ilmastopimussihteeristön

Kansainvälinen Tapahtumaloki (International Transaction Log, ITL) [38]. Jokaisessa Euroopan maalla on lisäksi oma kansallinen päästökaupparekisterinsä, jota käyttävät kyseisen maan paikalliset viranomaiset ja toiminnanharjoittajat. Kaikki kansallisissa päästökaupparekisterissä suoritettavat toimenpiteet, kuten päästötilien avaukset ja erilaisten päästöyksiköiden siirrot, esitetään YK:n keskusrekisterille. ITL huolehtii mm. niin kutsuttujen Kioto-tarkistuksien suorittamisesta tilien välillä tapahtuville siirroille. Jos siirtoon tai muuhun ITL:lle lähetettyyn tapahtumaan liittyy EU:n rekistereitä (kuten Suomi tai Ruotsi), ITL välittää tapahtuman tiedot myös CITL:ään. CITL valvoo kaikkia EU-alueen päästökauppatilien yksiköitä ja niillä tehtäviä siirtoja, tileille nimitettyjä edustajia, sekä kansallisia ja kansainvälisiä päästöyksikkörajoja.

Kuvassa 2 on selvennetty eri päästökaupparekisterien keskinäistä suhdetta ja viestintää.



Kuva 2. Päästökaupparekisterit Euroopassa

Eri maille jaetaan Euroopan Komission toimesta jokaista velvoitekautta kohti tietty määrä päästöyksiköitä, joista jokainen vastaa yhtä kilotonnia ilmakehään päästettyä hiilidioksidia. Jokaiselle maalle jaettava päästöyksiköiden määrä määräytyy mm. odotetuista kokonaispäästöistä ja maakohtaisista päästövähennystavoitteista. Maat jakavat saamansa yksikkömäärän toiminnanharjoittajilleen koko velvoitekauden yli käyttäen niin sanottua Kansallista jakosuunnitelmaa (National Allocation Plan, NAP), jossa määritellään toiminnanharjoittajille jaettavat yksiköt vuositasona. Yksittäisen

toiminnanharjoittajan saama yksikkömäärä lasketaan mm. kyseisen toiminnanharjoittajan toiminnan, sekä siltä odotettavan päästömäärän perusteella. Kansallinen jakosuunnitelma hyväksytetään Euroopan Komissiolle, jonka jälkeen toiminnanharjoittajien tileille jaetaan kansallista päästökaupparekisteriä käyttäen jakosuunnitelmassa esitetty määrä päästöyksiköitä.

Toiminnanharjoittajat voivat vapaasti ostaa ja/tai myydä omistamiaan päästöyksiköitä päästökaupparekisterissä. Kappaleessa 2.2 kuvatus vuosittaisen raportoinnin päätteeksi toiminnanharjoittajan tulee kuitenkin palauttaa päästöjään vastaavan määrän päästöyksiköitä viranomaisten hallinnoimalle kansalliselle päästöoikeustilille. Jos toiminnanharjoittaja on päästänyt vähemmän kuin mitä sille on jaettu päästöyksiköitä, voi se myydä yksiköitään muille. Jos sillä taas on vähemmän yksiköitä kuin päästöjä, tulee sen hankkia riittävä määrä yksiköitä muualta. Viime kädessä yksiköt voi hankkia valtiolta.

Kaikkien toiminnanharjoittajien palautettua päästöjään vastaavan määrän yksiköitä, suorittaa maan viranomainen niin kutsutun mitätöinnin. Mitätöinnissä valtio palauttaa Euroopan Komissiolle kaikkien toiminnanharjoittajiensa palauttamat yksiköt (ts. maan kokonaispäästöjä vastaavan määrän päästöyksiköitä). Mitätöityjä yksiköitä ei voi tämän jälkeen enää missään käyttää. Vaikka Euroopan Komission voikin näin valvoa sekä kansallisia, että toiminnanharjoittajakohtaisia kasvihuonekaasupäästöjä kokonaisuutena, toiminnanharjoittajien valvonta ja erilaisten raportointitietojen keruu perustuu täysin kansallisiin ratkaisuihin (joista kehittyneimpiä analysoidaan kappaleessa 2.4). Sen sijaan Euroopan laajuiseen tarkkailuun ja raportointiin ei ole välineitä, vaan toiminnanharjoittajien valvonta suoritetaan käytännössä kokonaisuudessaan kansallisella tasolla. Tämä on johtanut tilanteeseen, jossa eri Euroopan maiden toiminnanharjoittajien (julkiset) päästöraportit voivat erota toisistaan huomattavasti ja niiden vertailu on erittäin vaikeaa. Jopa yksinkertaisten tilastojenkin luonti vaatisi huomattavaa panostusta vuosittain. Tutkimuksen aiheena oleva raportointiformaatti kehitetään, jotta myös toiminnanharjoittajilta voitaisiin kerätä tarkkailuun ja raportointiin liittyviä tietoja, mahdollistaen näin kattavamman ja tehokkaamman valvonnan ja vertailun koko Euroopan alueella.

2.4 Käytössä olevat järjestelmät kasvihuonekaasupäästöjen valvontaan

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa tutkittiin erilaisia, jo olemassa olevia sähköisiä järjestelmiä (mm. niihin implementoituja toimintatapoja, teknistä toteutusta, sekä tuettuja prosesseja) niistä toimitetun dokumentaation perusteella. Itse järjestelmiä,

pois lukien EmissionFactor-ohjelmistoa, ei kuitenkaan päästy käytännössä kokeilemaan.

EmissionFactor on Suomen ja Unkarin päästökauppaviranomaisten käyttämä sähköinen asiointijärjestelmä sekä toiminnanharjoittajien päästölupien, että todentajien todentajalupien hallintaan, kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailuun ja raportointiin, sekä päästöjen todentamisen tarpeisiin. Järjestelmä on yksi sekä teknisesti että toiminnallisesti kehittyneimpiä käytössä olevia sähköisiä järjestelmiä Euroopassa. Järjestelmä on toteutettu web-pohjaisella käyttöliittymällä, johon käyttäjät (ylläpito, päästökauppaa harjoittavat yhtiöt, sekä todentajat) kirjautuvat sisään suojatun verkkoyhteyden yli henkilökohtaisilla tunnuksilla. Järjestelmän dokumentaatio sisältää täydellisen tietokantakuvauksen ja toiminnalliset kuvaukset.

Hollannin, Englannin ja Irlannin yhteistyönä tuottama **ETSWAP** on vielä määrittelyvaiheessa oleva sähköinen järjestelmä päästöluvitukseen, kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailuun ja raportointiin, sekä todentamiseen. Järjestelmän on siis valmistuessaan tarkoitus kattaa EU ETS -prosessi kokonaisuudessaan. Järjestelmän määrittely sisältää datamalli-kuvauksen kaikista edellä mainituista prosesseista. Vaikka järjestelmää ei olekaan vielä alettu käytännössä toteuttaa, on järjestelmän määrittely erittäin yksityiskohtainen (sisältäen mm. elementtien linkitykset ja jaottelun tiettyihin osakokonaisuuksiin) ja sitä käytettiin hyväksi raportointiformaatin määrittelyvaiheessa.

DEHSt on Saksan valtion kehittämä sähköinen järjestelmä kasvihuonekaasupäästöjen raportointiin (toiminnanharjoittajat) ja päästöjen todentamiseen (todentajat). Järjestelmä ei nykyisessä muodossaan sisällä päästölupiin liittyviä toimintoja, eikä tarkkailua. Järjestelmän dokumentaatio sisältää XML-määrittelyt molempiin tuettuun prosessiin liittyvästä viestiliikenteestä. Järjestelmän käyttöliittymä on toteutettu erikseen asennettavalla ohjelmistolla (nimeltään Virtual Post Office), jonka kautta toiminnanharjoittajat voivat raportoida päästöjään, sekä todentajat todentaa toiminnanharjoittajien tuottamia päästöraportteja. Suurimpana erona muihin Euroopan maihin, Saksassa päästöluvan hakuprosessi toimii hiukan poiketen ns. normaalista prosessista, johtuen lähtökohtaisesti muista Euroopan maista poikkeavista viranomaisvastuista päästöluvan myöntämiseen liittyen. Tätä erityispiirrettä on käsitelty tarkemmin kappaleessa 4.5.2.

Yhdysvaltojen kehittämä **AirDEx** järjestelmä on tarkoitettu kasvihuonekaasupäästöjen raportointiin ja päästöjen todentamiseen. Järjestelmä ei sisällä päästölupien hallintaa tai kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailua. Järjestelmän dokumentaatio sisältää XML-skeemat ja elementtien semanttisen määrittelyn tuettuihin prosesseihin.

Käytössä olevien järjestelmien hyödyntämistä tässä tutkimuksessa esitellään kappaleessa 4.1.

3 Tutkimusmenetelmät ja käytettävät teknologiat

Tässä kappaleessa esitellään raportointiformaatille asetetut vaatimukset ja kuvataan suunnitteluvaiheessa käytetty iteratiivinen vaatimustenhallintaprosessi. Jotta lukija ymmärtäisi myös kappaleessa 4 esitellyt raportointiformaatin pääpiirteet ja toteutuksessa tehdyt ratkaisut, käydään läpi myös toteutuksessa käytettyjen teknologioiden perusteita. Raportointiformaatin tekniselle toteutukselle oli Euroopan Komission toimesta annettu vaatimus avoimeen standardiin perustuvan merkintäkielen käytöstä. Työryhmään osallistunut asiantuntijaorganisaatio teki maaliskuussa 2009 tutkimuksen erilaisista sähköiseen viestintään tarkoitettuista avoimista standardeista ja analysoi niiden soveltuvuutta raportointiformaatin toteutusteknologioiksi [20]. Tutkimuksen loppuraportissa esitettyjä tuloksia käytettiin hyväksi valittaessa raportointiformaatin teknistä alustaa. Loppuraportin perusteella työryhmässä päätettiin toteutukseen käytettävän XBRL-merkintäkieltä (eXtensible Business Reporting Language). XBRL on XML:ään perustuva merkintäkieli, joka esitellään tarkemmin kappaleessa 3.4, mutta jotta XBRL:n ymmärtäminen helpottuisi, esitellään kappaleessa 3.3 kuitenkin ensin muutamia XML-kielen perusasioita.

3.1 Raportointiformaatille asetetut vaatimukset

Raportointiformaatille on Euroopan päästökaupan virallisen valvontaelimen, Euroopan Komission, toimesta annettu erilaisia vaatimuksia [40], jotka esitellään seuraavassa.

Raportointiformaatin pitää

- mahdollistaa vuosittainen kasvihuonekaasujen raportointi MRG 2007:n mukaisesti, eli tukea EU ETS -prosessia ja muita liittyviä regulaatioita
- olla toteutettu avoimen standardin merkintäkielellä
- ottaa mahdollisuuksien mukaan huomioon jo olemassa olevat sähköiset järjestelmät kasvihuonekaasujen raportointiin
- mahdollistaa maksimaalinen läpinäkyvyys koko raportointiprosessin ja -ketjun läpi

- rakentua mahdollisimman paljon muiden kansainvälisten standardien mukaan
- ottaa mahdollisuuksien mukaan huomioon eri sidosryhmien toiveet raportointiformaatin (teknisestä) toteutuksesta
- olla tekniseltä toteutukseltaan mahdollisimman joustava ja laajennettava

Nämä vaatimukset toimivat raportointiformaatin suunnittelu lähtökohdina. Lisäksi aiemmin kuvatun työryhmän kokoontumisissa esille tulleet ja työryhmän hyväksymät vaatimukset on huomioitu raportointiformaatin toteutuksessa. Työryhmän asettamia vaatimuksia ja niiden täyttymistä raportointiformaatissa käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.5.

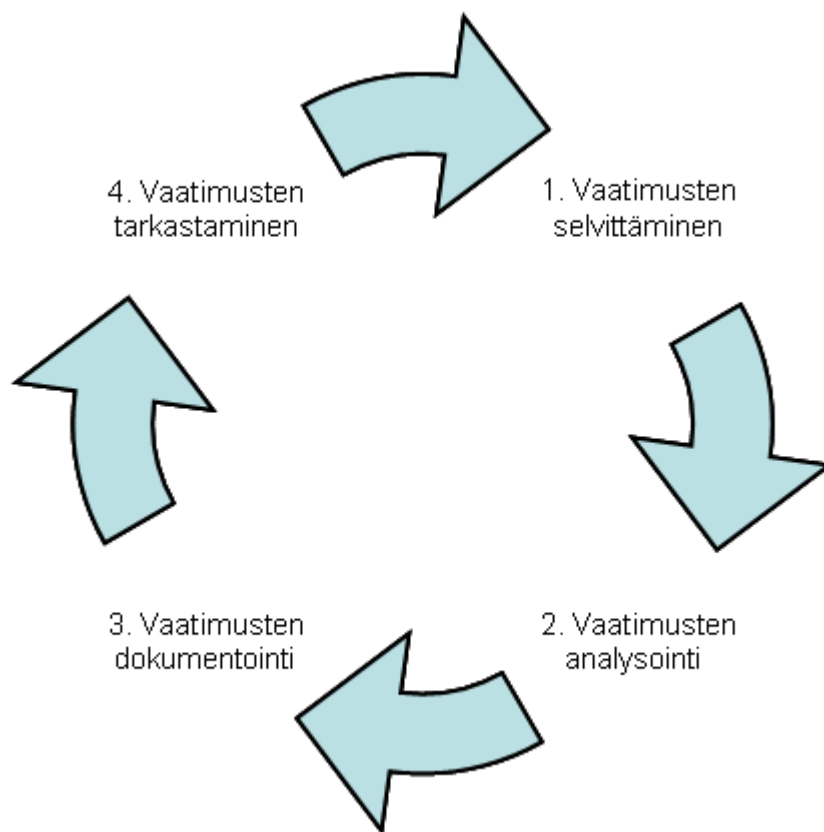
3.2 Iteratiivinen vaatimusmäärittely ja -analyysi

Jotta toteutettavan raportointiformaatin rakenteellisia ratkaisuja, ominaisuuksia, ja osakokonaisuuksia voitaisiin analyytisesti suunnitella, pitää raportointiformaatille asetetut vaatimukset analysoida, sekä pohtia vaatimusten asettamia rajoituksia raportointiformaatin tekniselle toteutukselle.

Kuten aiemmin mainittiin, olemassa olevien järjestelmien datamalleja ja rakennetta tutkittiin mahdollisimman kattavasti ko. järjestelmien teknisen dokumentaation kautta. Osasta tutkittavista järjestelmistä oli saatavilla valmis tekninen dokumentaatio, esim. XML-skeema tai järjestelmän tietokannan rakennekuvaus. Järjestelmiä oli myös kuvattu erilaisilla määrämuotoisilla Excel- tai vastaavilla taulukkolaskentatiedostoilla, joissa määritettiin järjestelmän eri osien ja kenttien riippuvuudet. Olemassa olevien järjestelmien tutkinnan tavoite oli selvittää, miten kehitettävästä raportointiformaatista voidaan tehdä mahdollisimman yhteensopiva niiden kanssa, huomioiden myös tulevan kehityksen (mm. typpioksidin tarkkailun ja raportoinnin lisääminen raportointiformaattiin myöhemmässä vaiheessa) vaatimukset raportointiformaatin toteutukselle. Lisäksi raportointiformaatin määrittelyssä käytetään tukena erilaisia EU:n ja YK:n regulaatioita, sekä kansainvälisiä standardeja (esim., United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business, UN/CEFACT), joiden pohjalta määritettiin mm. tietotyyppejä ja rakenteita informaation loogiselle esittämiselle.

Euroopan Komission asettamissa vaatimuksissa raportointiformaatin kehittämiseksi annetaan yhtenä ehtona, että osallistumaan halukkaiden asiantuntijoiden näkökannat otetaan huomioon raportointiformaattia toteutettaessa, mutta yksiselitteistä tapaa toteuttaa tämä työvaihe ei annettu. Etukäteen voitiin kuitenkin olettaa, että

sidosryhmillä on useita erilaisia näkemyksiä siitä, mitä ominaisuuksia raportointiformaatissa tulee olla ja millä tavoin raportointiformaatin tulee pakottaa viranomaiset ja päästökauppaan velvoitetut toimijat kommunikoimaan. Toisin sanoen raportointiformaatin sidosryhmien vaatimusten kartoituksen sekä määrittelyn odotettiin olevan luonteeltaan iteratiivinen, joten sidosryhmien vaatimuksien selvittämiseksi haluttiin käyttää siihen parhaiten soveltuvaa prosessia. Vaikka vaatimusmäärittelyn iteratiivisesta prosessista on kirjoitettu erilaisissa julkaisuissa (esim. [17] ja [18]), sekä monia erilaisia prosessiin liittyviä näkemyksiä ja hyviä toimintatapoja on esitelty laajalti, tässä tutkimuksessa nojaututtiin iteratiivisen vaatimusmäärittelyn osalta ns. klassiseen vaatimusmäärittelymalliin, joka on esitelty kuvassa 3.



Kuva 3. Vaatimusmäärittelyn iteratiivinen prosessi [19]

Koska raportointiformaattia tulevat pääasiallisesti käyttämään toiminnanharjoittajat ja paikalliset viranomaiset, haluttiin raportointiformaatin määrittelyyn ottaa mukaan mahdollisimman monta asiantuntijaa eri sidosryhmistä, kuten esim. eri maiden

kasvihuonekaasupäästöraportoinnin ammattilaisia sekä toiminnanharjoittajista että viranomaisista. Raportointiformaatin määrittelyä tuotettaessa käytettiin iteratiivista vaatimusten kartoitusprosessia, jonka aikana työryhmä kokoontui kolme kertaa käsittelemään sekä arvioimaan raportointiformaatin sen hetkistä määritystä, pyrkien kehittämään sitä yhä sopivammaksi EU ETS -prosessin kannalta, sekä yleisesti päästöjen raportoinnin tarpeisiin. Muutamia näissä tapaamisissa esiin tulleita vaatimuksia käsitellään kappaleessa 4.5.2. Jotta varmistettaisiin raportointiformaatin mahdollisimman korkeatasoinen sisällöllinen ja tekninen toteutus, työryhmän kokoontumisien lisäksi useiden maiden päästökauppaviranomaisten ja asiantuntijoiden kanssa käytiin erillisiä, niin ikään iteratiivisia keskusteluja koskien raportointiformaatin sisältöä tarkemmalla yksityiskohtaisuuden tasolla eri osa-alueiden viimeistelemiseksi.

3.3 XML

Kehitettävän raportointiformaatin tekninen toteutus tapahtuu XBRL-merkintäkielellä, joka on käytännössä tietylle liiketoiminta-alueelle sovellettu XML-kielen laajennus. Tässä kappaleessa esitellään XML:n perusasioita, koska XML:n perustuntemus auttaa ymmärtämään myös XBRL:ää.

3.3.1 Historia

XML (eXtensible Markup Language) on vuonna 1994 perustetun World Wide Web Consortiumin (W3C) kehittämä avoimen standardin merkintäkieli tiedon rakenteelliselle kuvaamiselle [16], mikä tarkoittaa siis sitä, että dokumentin rakenne on erotettu sen tietosisällöstä. Rakenne kuvautuu käytännössä hierarkkisena puuna, jossa itse tietosisältö on aina alimmalla tasolla. XML pohjautuu SGML-kieleen ja onkin oikeastaan sen yksinkertaistettu osajoukko ja muistuttaa näin ollen HTML-kieltä, jolla kirjoitetaan paljon mm. www-sivuja. XML ei kuitenkaan ole HTML:n tapaan kuvauskieli, vaan XML:llä pyritään erityisesti kuvaamaan tiedon rakennetta, määrittelemättä kuitenkaan ennalta miten informaatio esitetään. XML on laajennettavissa vapaasti kulloiseenkin tarpeeseen, mikä tarkoittaa sitä, että skeemakieltä käyttämällä, voidaan määrittää ilmentymädokumenteissa sallitut rakenteet ja elementit.

W3C julkaisi ensimmäisen XML-suosituksen, XML 1.0:n, vuonna 1998, jonka jälkeen siitä on julkaistu neljä päivitystä, viimeisin vuonna 2008, joka kulkee nimellä XML 1.0 Fifth Edition. Myös suurempi versiopäivitys, XML 1.1, julkaistiin vuonna 2004. Sen

suurin eroavaisuus XML 1.0:sta on se, että kun XML 1.0:ssa kaikki, mitä ei ole erikseen sallittu, on kielletty, kun taas XML 1.1:ssä kaikki mitä ei ole erikseen kielletty, on sallittu. Yleisesti XML:stä puhuttaessa viitataan käytännössä aina XML 1.0 -määrittelyyn ja sitä käytetään laajasti erilaisessa sähköisessä viestien välityksessä.

3.3.2 XML-kieli

XML-dokumentti rakentuu elementeistä, joilla jokaisella on nimi. Elementtien alku ja loppu määritetään alkutunnisteella `<...>` ja lopputunnisteella `</...>`. Itse informaatio on kuvattu näiden alku- ja lopputunnisteiden välissä. Elementtien tietosisältö voi rakentua halutulla tavalla, eli elementin sisällä voi olla myös muita elementtejä [10] [11] [12].

XML-dokumentit jakautuvat kahteen eri tyyppiin, skeema-dokumenttiin ja ilmentymädokumenttiin. Skeema-dokumentissa (joita käsitellään tarkemmin kappaleessa 3.3.3) määritellään tiedon semanttinen merkitys, sekä mitä tietoa ja missä muodossa ilmentymädokumenttiin voidaan sisällyttää. Ilmentymädokumentti taas sisältää itse välitettävän informaation, eli datan. XML-dokumentti alkaa yleensä aina elementillä, jossa on kuvattu XML-versio, sekä halutessa myös käytettävä merkkikoodaus. Tätä seuraa niin kutsuttu juuri-elementti, joita voi olla vain yksi kussakin XML-dokumentissa. Juuri-elementin jälkeen ilmentymädokumentti voi rakentua halutulla tavalla, kunhan se noudattaa skeemadokumentin rakennemäärittystä. Toisin sanoen ilmentymädokumentin on aina seurattava skeemadokumentissa määritettyä rakennetta ja se voi käyttää vain skeemassa määritettyjä elementtejä. XML-skeemaa käsitellään tarkemmin kappaleessa 3.3.3.

Alla on esitetty yksikertainen esimerkki XML-ilmentymädokumentista, jossa juuri-elementti on `<Tulokset>`. Dokumentissa kuvataan kolmen opiskelijan tulokset eräästä tentistä (rvinumerot on lisätty selvyiden vuoksi).

```
1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  <tulokset kurssi="T-106.1001">
3      <opiskelija>
4          <nimi>Matti</nimi>
5          <arvosana>3</arvosana>
6      </opiskelija>
7      <opiskelija>
8          <nimi>Ville</nimi>
9          <arvosana>5</arvosana>
10     </opiskelija>
11     <opiskelija>
12         <nimi>Antti</nimi>
13         <arvosana>4</arvosana>
14     </opiskelija>
15 </tulokset>
```

Esimerkissä rivillä 1 on XML-version ja merkistökoodauksen määrittely. Rivillä 2 on juurielementti alkutunnisteella `<tulokset>` (jota vastaava lopputunniste on rivillä 15), yhdessä attribuutin `kurssi` kanssa, joka ilmaisee sen kurssin koodin, jota tulokset koskevat. Attribuuteilla voidaan mm. ilmaista lisätietoja elementin ominaisuuksista [10]. Riveillä 3-14 kuvataan itse tietosisältö, eli tentin suorittaneiden opiskelijoiden arvosanat.

XML-ilmentymädokumentin pitää aina olla hyvin muodostettu (well-formed), eli jokaisella alkutunnisteella tulee olla sitä vastaava lopputunniste. Toisin sanoen hyvin muodostettu XML-dokumentti on siis XML-syntaksin mukainen.

Vaikka XML-ilmentymädokumentti olisi hyvin muodostettu, se ei vielä tarkoita, että se olisi validi (valid). Validius tarkoittaa sitä, että ilmentymädokumentti on sitä vastaavan rakennekuvauksen mukainen. Rakennekuvausta käsitellään tarkemmin seuraavassa kappaleessa. Validius jakautuu lisäksi kahteen eri alaluokkaan, tietomallin oikeellisuuteen (content model validity), tarkistaa, että dokumentin rakenne on määrätynlainen, eli elementit ovat oikeassa järjestyksessä ja sijaitsevat oikeissa paikoissa), sekä tietotyypin oikeellisuuteen (datatype validity), joka tarkistaa, että dokumentissa olevat elementit ja attribuutit ovat oikeaa tyyppiä, esim. tekstimuotoinen (string) tai kokonaisluku (integer) [10].

3.3.3 XML-skeema

Jotta XML soveltuisi koneiden väliseen, ohjelmisto- ja laiteriippumattomaan kommunikointiin, pitää viestinnässä käytettävien dokumenttien perustua joihinkin ennalta määritettyihin sääntöihin siitä, millä tavalla ilmentymädokumenttien tulee rakentua. Tätä varten on kehitetty ns. rakennekuvaus, joista nykyisin yleisin käytössä oleva on XML-skeema. XML-skeemaa voisi verrata esim. sopimukseen kahden eri osapuolen välillä [10]: skeema kertoo täsmälleen minkä nimisiä ja tyyppisiä tietoja osapuolten välillä voidaan vaihtaa ja minkälaisella rakenteella informaatio on ilmentymädokumenteissa esitettävä. Rakennekuvaus tehdään nykyään useimmiten XML-skeemakielellä, joka on yksi XML:n rakennekuvauskielistä. Myös muita rakennekuvauskieliä on olemassa, kuten esimerkiksi ennen XML-skeemakielen kehitystä ja julkaisua laajalti käytössä ollut Document Type Definition (DTD) [11]. Ilmentymädokumentin validius, eli oikeellisuus, voidaan varmistaa vertaamalla sen sisältämää informaatiota XML-skeeman asettamiin ehtoihin ilmentymädokumentin oikeellisuudelle. Samalla tavalla XML-skeeman voidaan myös ajatella toimivan ”kielioppina”. Tämä kielioppi määrää, millä tavalla kommunikaatiota voidaan käytännössä harjoittaa, eli millä tavalla ja minkälaista informaatiota XML-ilmentymädokumenteissa voidaan esittää.

XML:n kehityksestä vastaava organisaatio, W3C, julkaisi vuonna 2001 suosituksen XML-skeema kielestä. Spesifikaatiossa määritellään sallitut perustietotyyppit ja tiedon ilmaisemistavat, joita XML-skeemoissa – ja näin ollen myös ilmentymädokumenteissa – voidaan käyttää.

Yleisesti XML-skeeman suunnittelulle on annettu tiettyjä suosituksia ja löydetty hyväksi havaittuja kehitystapoja, joita on esitelty laajasti XML-skeemaa ja skeemasuunnittelua käsittelevässä kirjallisuudessa (muun muassa [10][11][12]). Näissä esitetään, että skeeman tulisi olla aina mahdollisimman

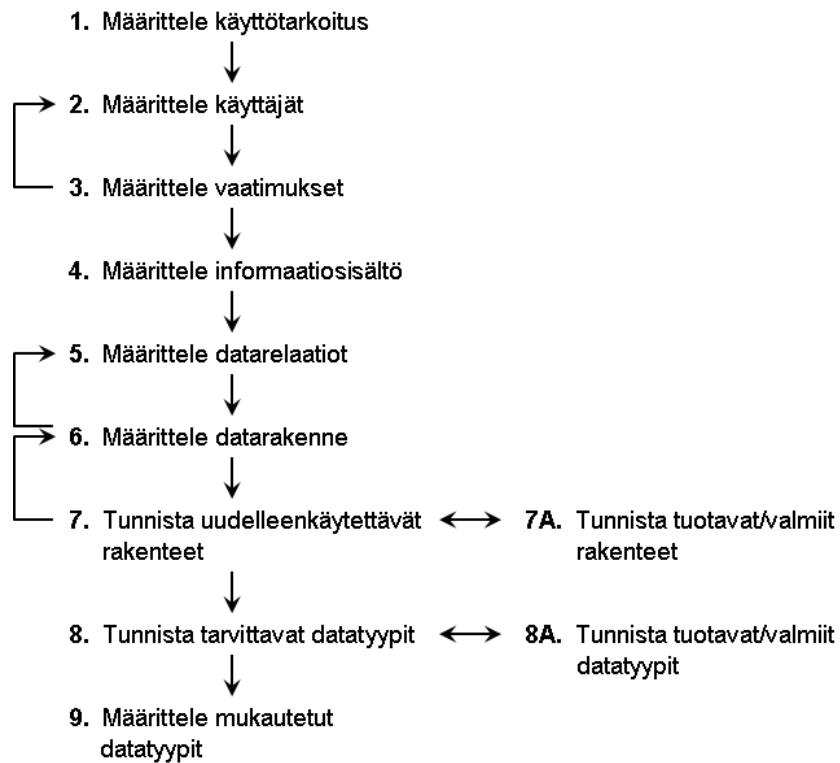
- täsmällinen ja tarkka. Tämä voidaan saavuttaa kuvaamalla dokumentin sisältämä informaatio, eli sallittu tietosisältö, mahdollisimman yksityiskohtaisesti.
- selkeä, eli sen rakenteen helposti hahmotettava. Tätä edesauttaa mm. asianmukainen ja konsistentti elementtien nimeäminen, tarpeettoman kompleksisuuden välttäminen, sekä kattava ja täsmällinen dokumentaatio.
- laajasti käytettävä. Vaikka tietyissä tapauksissa skeema on kehitetty vain tiettyyn tarkoitukseen, pitäisi siinä mahdollisuuksien mukaan ottaa huomioon laaja käytettävyys, joka jakautuu kahteen eri osatekijään: laajennettavuuteen ja uudelleenkäytettävyyteen. Laajennettavuudella tarkoitetaan, että skeeman

komponenttien pitäisi olla joustavia ja avoimia niin, että niiden päälle voidaan myöhemmin rakentaa muita komponentteja. Uudelleenkäytettävyys puolestaan voidaan saavuttaa esimerkiksi komponenttien modulaarisuudella ja hyvällä dokumentoinnilla, jotta niitä voidaan käyttää myöhemmin muissakin skeemoissa.

Lisäksi skeemasuunnittelussa suositellaan eri osa-alueiden jaottelua selkeästi omiksi osakokonaisuuksikseen [10]. Tällaisia osakokonaisuuksia voivat olla esim.

- aihealue, esim. tapauksessa, jossa useista eri lähteistä kootaan tietoja yhteen dokumentti, joissa näistä tiedoista muodostetaan esim. raportti.
- yleinen/erityiset -jaottelu, esimerkiksi verkkolaskun erittely yleiseen, mm. osoitetiedot sisältävään osaan, sekä lisäksi liiketoiminta-alasta riippuvaan erityisosaan.
- erittely perus-/spesifiseen tietoon, esim. tilanteissa, joissa järjestelmä perustuu yhteen tai useampaan peruskomponenttiin, sekä lisäksi käyttötarkoituksen kannalta spesifisempiin osiin.

Raportointiformaattia suunnitellaan otettavaksi käyttöön Euroopan laajuisesti, joten sen suunnitteluun ja määrittelyyn on haluttu panostaa vahvasti, esim. ottamalla määrittelyvaiheeseen mukaan sekä päästökaupan (prosessien) asiantuntijoita, että teknisiä ammattilaisia. Lisäksi raportointiformaatin suunnittelussa on käytetty hyväksi formaalia XML-skeeman suunnitteluprosessia, joka on kuvattu tarkemmin kuvassa 4. Suunnitteluprosessia voidaan käyttää hyväksi mm. valvoessa raportointiformaatin laatua niin sen määrittely-, kuin toteutusvaiheessakin [11].



Kuva 4. Formaali skeemasuunnitteluprosessi [11]

Yksinkertaistettuna esimerkkinä XML-skeemasta on alla esitetty skeemamäärittely, joka toimii määrittelydokumenttina aiemmin esimerkkinä olleelle ”oppilaiden tenttitulokset” -ilmentymädokumentille.

```

1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
3    <xs:element name="tulokset">
4      <xs:complexType>
5        <xs:sequence>
6          <xs:element name="opiskelija" type="opiskelijaType"
7            maxOccurs="unbounded"/>
8        </xs:sequence>
9        <xs:attribute name="kurssi"/>
10     </xs:complexType>
  
```

```

11     </xs:element>
12     <xs:complexType name="opiskelijaType">
13         <xs:all>
14             <xs:element name="nimi"/>
15             <xs:element name="arvosana"/>
16         </xs:all>
17     </xs:complexType>
18 </xs:schema>

```

Kaikkien XML-skeemojen juurielementtinä on aina `<schema>`-elementti, jota seuraava `xm:sn:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"` määrittää skeeman nimiavaruuden (nimiavaruutta käsitellään tarkemmin seuraavassa kappaleessa) etuliitteen olevan muotoa `"xs:"`, sekä nimiavaruuden URI-osoitteen olevan yleinen XML-skeemamäärittäjä `"http://www.w3.org/2001/XMLSchema"`. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikkien tällä etuliitteellä varustetut elementit validoidaan standardia XML-skeemojen rakennemäärittäystä vasten.

Yllä olevassa esimerkissä rivillä 3 määritetään `<tulokset>`-elementti, joka toimii ilmentymädokumentin juurielementtinä. Riveillä 4–10 määritetään juurielementin alielementti `<opiskelija>`, jonka määritellään rivillä 6 olevan tyyppiä `<opiskelijaType>` ja rivillä 7 toistuvaksi määrittelemättömän monta kertaa. Rivillä 9 annetaan `<tulokset>`-elementille `<kurssi>`-attribuutti, joka sisältää kurssin koodin. Rivien 12–17 määrittelemä kompleksinen `<opiskelijaType>`-elementti puolestaan sisältää oppilaan tiedot, eli nimen ja arvosanan. Skeemamäärittäjä lopetetaan sulkevalla `</schema>`-elementillä rivillä 18.

Riveillä 5 ja 13 olevat `<sequence>` ja `<all>` -elementit ovat rakennemäärittelyyn liittyviä ns. kokoelmaelementtejä, joilla voidaan määrittää ilmentymädokumentin rakenne. Kokoelmaelementtejä on kolme erilaista, `choice`, `sequence` ja `all`, ja ne määrittelevät lapsielementtiensä esiintymisen. `Choice` tarkoittaa, että vain yksi sen lapsielementeistä voidaan valita ilmentymädokumenttiin. `Sequence` puolestaan pakottaa sisällyttämään kaikki sen lapsielementit määrittetyssä järjestyksessä (paitsi jos ne on määritelty vapaaehtoisiksi). Kokoelmaelementin `all` lapsielementit voivat esiintyä missä tahansa järjestyksessä.

3.3.4 Nimiavaruudet

Otetaan esimerkkinä kaksi eri XML-skeemaa, joissa molemmissa on samanniminen elementti. Aiemmin käytetyssä esimerkissä oppilaiden tuloksia merkittiin elementillä `<tulokset>`. Alla on esimerkki kuvitteellisista tyttöjen korkeushypyn Suomenmestaruuskisoista, jossa käytetään myös elementtiä `<tulokset>`, mutta nyt kuvaamaan täysin erilaista informaatiota.

```
1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  <tulokset kilpailu="SM-2009">
3      <kilpailija>
4          <nimi>Maija</nimi>
5          <pituus>145</pituus>
6      </kilpailija>
7      <kilpailija>
8          <nimi>Minttu</nimi>
9          <pituus>162</pituus>
10     </kilpailija>
11 </tulokset>
```

Olisi mahdotonta käyttää näitä molempia elementtejä skeeman tai ilmentymädokumentin sisällä ilman nimiavaruusmäärittelyä. Nimiavaruuden tarkoituksena on siis ehkäistä elementtien ja attribuuttien sekaannukset, esim. tilanteissa, jossa kahta tai useampaa eri skeemaa yhdistellään tai käytetään ilmentymädokumentin kuvauksessa, määrittämällä elementeille tietty etuliite. Tämä yksilöivä etuliite määritetään joko dokumentin alussa `xmlns`-attribuutilla ja globaalisti uniikilla URI-viittauksella (Universal Resource Identifier) tai elementin attribuuttina seuraavalla tavalla:

```
xmlns:nimiavaruudenEtuliite="nimiavaruus-URI"
```

Kaikki tässä nimiavaruudessa määritellyt elementit pitää yksilöidä kuulumaan ko. nimiavaruuteen kirjoittamalla niiden eteen nimiavaruudelle annettu etuliite alla

olevan esimerkin mukaisesti. Etuliitteenä on tässä käytetty etuliitettä "etl". Toiselle `<Tulokset>` elementille, sille joka kuvaa oppilaiden tuloksia, pitää puolestaan antaa jokin toinen etuliite.

```

1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  xmlns:etl="http://www.esimerkki.fi/etl"
3  <etl:tulokset kilpailu="SM-2009">
4      <etl:kilpailija>
5          <etl:nimi>Maija</etl:nimi>
6          <etl:pituus>145</etl:pituus>
7      </etl:kilpailija>
8      <etl:kilpailija>
9          <etl:nimi>Minttu</etl:nimi>
10         <etl:pituus>162</etl:pituus>
11     </etl:kilpailija>
12 </etl:tulokset>

```

Nimiavaruuden määrittelevästä URI-osoitteesta tulee lisäksi huomioida, että sitä käytetään ainoastaan nimiavaruuden yksilöimisessä, eikä se ole nimiavaruuteen tai XML-skeemaan liittyvä informaation lähteenä toimiva www-osoite, vaikka se sitä muistuttaakin. Jossain tapauksissa nimiavaruuden osoitteesta kyllä löytyy ko. XML-skeema, mutta se ei tarkoita että näin tulisi aina olla.

3.4 XBRL

XBRL on yksi XML:ään pohjautuvista kuvauskielistä ja käytännössä XBRL onkin XML:ää, kuitenkin laajentaen sitä monella tavalla [26]. Nykymuodossaan XBRL käyttää W3C suosituksia XML, XML Schema, Xlink, XML Namespace, XPath, sekä XSLT, ja käytännössä XBRL-dokumentit rakentuvat saman lailla kuin XML-dokumentitkin; skeemaan ja sen ilmentymädokumentteihin, sekä edellyttävät mm. tiedon oikeellisuutta. XBRL-skeemaa nimitetään taksonomiaksi. Taksonomia jakautuu useimmiten useampaan eri tiedostoon, toisin kuin XML-skeema, joka voidaan määritellä kokonaisuudessaan yhden tiedoston sisällä. XBRL-taksonomia on käytännössä siis XML-skeeman kaltainen määrittely siitä, minkälaisia sen

ilmentymädokumenttien pitää olla, eli miten niiden kuuluu rakentua, minkälaisia elementtejä niissä voi olla, ja mitä tietoa elementit saavat sisältää. XBRL-taksonomioiden kehittämiseen pätevät oleellisesti samat korkean tason ohjeet ja hyvät tavat (best practices) kuin XML-skeemoihin [26] [27] [29] [31]. Tämän tutkimuksen tuloksena syntyneen XBRL-taksonomian kehittämisessä on noudatettu näitä ohjeita.

XBRL-kieli valittiin raportointiformaatin toteutuskieleksi työryhmään osallistuneen asiantuntijaorganisaation tekemän taustatutkimuksen perusteella. Kyseisessä tutkimuksessa vertailtiin erilaisia vaihtoehtoja raportointiformaatin tekniselle toteutukselle ja lopputuloksena todettiin, että XBRL täyttää parhaiten raportointiformaatille asetut kriteerit [20]. XBRL:n valinta toteutusteknologiaksi hyväksyttiin myös työryhmässä. XBRL:n valintaa tukee se, että erilaisia raportteja luotaessa XBRL:n – kuten XML:nkin – etuna on mahdollisuus esittää tieto täsmälleen halutulla tavalla, riippumatta siitä miten tieto on kuvattu tai esitetty ilmentymädokumentissa, ns. tyylisivujen avulla. Tämä voidaan tehdä mm. W3C:n (World Wide Web Consortium) XLS (Extensible Stylesheet Language [24]) tai CSS (Cascade Stylesheet [25]) -tekniikoita ja suosituksia käyttäen. Valmiiden tyylisivujen teko raportointiformaatin ilmentymädokumenteille esim. Euroopan Komission toimesta mitä todennäköisimmin vähentäisi päästökaupan alalla vuosittaisten raporttien tekoon käytettävää aikaa eritoten viranomaisilla: toiminnanharjoittajien toimittaessa tietonsa raportointiformaatin avulla, tiedon koostaminen muodoltaan ja sisällöltään erilaisiin raportteihin voidaan tehdä periaatteessa välittömästi napin painalluksella (olettaen, että viranomaisilla on olemassa tietojärjestelmä raportointiformaatin mukaisten viestien käsittelyyn). Uusia tyylisivuja voidaan luoda tarpeen mukaan, esim. uuden raportointivaatimuksen syntyessä, tai tuotettaessa kansallisia raportteja.

3.4.1 Historia

Extensible Business Reporting Language (XBRL) on voittoa tavoittelemattoman XBRL International -konsortion kehittämä avoin standardi ja merkintäkieli, erityisesti liiketoiminnan ja -talouden sähköiseen asiointiin [9] [14]. XBRL on suunniteltu taloudellisten tietojen, kuten tilinpäätösten ja kirjanpidon, kuvaamiseen sähköisessä muodossa. Sen tavoitteena ovat erityisesti kustannussäästöt ja raportoinnin tehostaminen mm. tiedon käsittelyn ja ilmaisemisen kautta, sekä tiedon parempi tarkkuus ja luotettavuus [15].

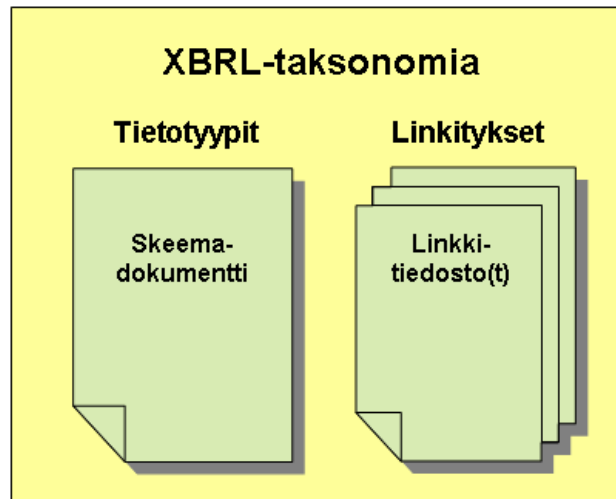
XBRL:n kehittämisen katsotaan alkaneeksi vuonna 1998, kun Charlie Hoffman esitteli AICPA:n (American Institute of Certified Public Accountants) työryhmälle ideansa käyttää XML:ää taloudellisen tiedon sähköiseen raportointiin [28]. Valmistuessaan

vuoden 1998 lopussa ensimmäinen XBRL:n prototyyppi havaittiin hyväksi keinoksi ilmaista taloudellista dataa, ja vuosien 1999 ja 2000 aikana useat eri yritykset osallistuvat XBRL:n teknisen määrittelyn tekoon, joka julkaistiin heinäkuussa 2000.

Vuosien 2001 ja 2005 välisenä aikana, XML:n noustessa yhä suositummaksi, XBRL:nkin suosio kasvaa. Vuonna 2001 XBRL:n määrittely muokataan yhteensopivaksi silloisen W3C:n XML-suosituksen kanssa, jotta yhteisiä sovellustyökaluja voidaan kehittää. Versio 2.1 XBRL-määrittelystä julkaistiin joulukuussa 2003 ja se on tällä hetkellä viimeisin XBRL-spesifikaatio. Tänä päivänäXBRL International -konsortioon kuuluu yli 500 eri yritystä ja virastoa ympäri maailman ja taloudellista informaatiota julkaistaan XBRL:ää käyttäen tuhansissa eri yrityksissä.

3.4.2 XBRL-taksonomia

XBRL-taksonomioiden pohjana toimii XBRL-spesifikaatio [33]. XBRL-taksonomia koostuu oleellisesti skeematiedostosta ja linkkitiedostoista [22]. Taksonomia toimii XML-skeeman tapaan siihen perustuvien ilmentymädokumenttien rakenteen ja sisällön kuvauksena. Skeematiedostossa määritetään ja kuvataan kaikki taksonomian elementit ja attribuutit. Tämä toteutetaan usein yksiulotteisena, ilman rakennekuvausta. Jokaiselle elementille määritetään ominaisuudet, kuten elementin nimi, tietotyyppi, jne. Linkkitiedostoissa, joita tällä hetkellä on viittä erilaista, voidaan puolestaan kuvata XLink-kieltä käyttäen elementtien välisiä hierarkkisia ja matemaattisia suhteita, elementtien esitysjärjestystä (esim. erilaisien raporttien muodostamisessa), elementtien nimet ihmisen ymmärtämässä selkokielisessä muodossa, sekä viittaukset lainsäädäntöön tai standardeihin eri elementteihin liittyen [22]. XBRL-taksonomian kokonaisuuden rakentumista on havainnollistettu kuvassa 5.



Kuva 5. XBRL-taksonomian rakentuminen [21]

Linkityksiä määrittelevien tiedostojen ominaisuuksia kuvataan tarkemmin seuraavassa [13]:

- Suhdemäärittelyssä (definition linkbase) voidaan määrittää taksonomian eri elementtien ja attribuuttien keskinäisiä suhteita, sekä niiden hierarkiaa [22].
- Laskutoimitusmäärittely (calculation linkbase) kertoo, miten elementeissä oleva tieto on laskettu (tai voidaan laskea). Laskutoimitusmäärittelyn avulla laskut voidaan tarkastaa halutessa automaattisesti ja todentaa näin tiedon eheys laskennallisesti. Aiemmin laskutoimitukset olivat rajoittuneet vain yhteen- ja vähennyslaskuun, mutta XBRL:ään on määritelty erilaisten laskentojen suorittamiseksi ns. "Formula"-spesifikaatio, jolla voidaan nimensä mukaisesti määritellä muitakin aritmeettisia lausekkeita [22] [33].
- Esitystapamäärittely (presentation linkbase) määrittää, miten tiedot järjestetään esitettäessä. Esim. erilaisten (valmis)raporttien luominen voidaan toteuttaa tehokkaasti esitystapamäärittelyn avulla [22], mistä on erityisesti hyötyä päästökaupan vuosittaisen raportoinnin kannalta, koska erilaisia raporttipohjia voidaan määritellä esim. Euroopan Komission toimesta. Lisäksi kerran määritellyt raportit voidaan tarvittaessa tulostaa useilla eri kielillä, edellyttäen että raporteissa käytetty termistö on käännetty tulostuskielille.
- Nimikemäärittely (label linkbase) kertoo elementin selkokiehisen, ihmisen ymmärrettävissä ja luettavissa olevan nimen. Nimikkeet ovat aina erillisessä

tiedostossa, joten niitä voidaan muuttaa muokkaamatta muita tiedostoja. Näin ollen esimerkiksi raporttien esittäminen eri kielillä on yksinkertaista [22].

- Viittausmäärittelyä (reference linkbase) voidaan käyttää, kun halutaan ilmoittaa elementin liitos esimerkiksi tiettyyn regulaatioon, joka määrää ko. elementin raportoinnista tai vaikkapa elementtiin liittyvistä lainsäädännöllisistä rajoitteista [22].

XBRL taksonomiat, jotka siis XML-skeemamäärittelyjen tapaan määrittävät ilmentymädokumenteissa sallitut rakenteet ja tietotyypit (esim. elementit, attribuutit, jne.), ovat teknisestä näkökulmasta laajennuksia XML-skeemalle. XBRL taksonomia on siis käytännössä tietyn tyyppinen XML-skeemadokumentti, koska taksonomia määritetään käyttämällä XML-skeemasanastoa XBRL:n laajennuksilla ja se seuraa XML-skeemamäärittelyksen sääntöjä [21]. Kuten aiemmin esiteltiin, XBRL-taksonomia koostuu yleensä useammasta, vähintään kahdesta eri dokumentista, XML-skeemasta ja XML-dokumentista, vaikka taksonomian voi määritellä myös yhden dokumentin sisällä. On kuitenkin hyvän käytännön mukaista määritellä ja jakaa XBRL taksonomia useamman kuin yhden dokumentin välille [27] [29]. Nimiavaruuden käyttö puolestaan mahdollistaa myös useampien saman dokumentin sisällä käytettävien skeemamäärittelysten erottamisen toisistaan. Raportointiformaatissa on toteutettu sekä XML-skeema, että nimikemäärittely. Muita määrittelytiedostoja ei ole haluttu ottaa raportointiformaattiin mukaan ennen sen laajempaa käyttöönottoa. Käyttöönoton jälkeen raportointiformaatille tullaan mahdollisesti tekemään jatkokehitystä, jolloin sille saatetaan tuottaa muitakin määrittelyksiä.

On hyvä tavan mukaista käyttää taksonomioissa aina ID:tä elementeille. Tämä johtuu siitä, että jotkin XBRL:n ilmentymädokumentteja käsittelevät järjestelmät viittaavat elementtiin nimellä (attribuutti "name"), toiset puolestaan elementin ID:llä (attribuutti "id") [29]. Alla on esimerkki skeemasta, jossa molemmat attribuutit on määritetty elementille *frequency*. Elementin nimen ei tarvitse vastata elementille määritettyä id:tä, vaikka esimerkissä näin onkin.

```
<element name="frequency" id="frequency" type="xbrli:stringItemType"
substitutionGroup="xbrli:item"></element>
```

Raportointiformaatin toteutuksessa elementtien (ja attribuuttien) nimeämisessä on noudatettu XML-skeemoille ja XBRL-taksonomioille päteviä yleisiä hyviä nimeämistapoja [11] [30]:

- elementtien nimet ovat itsessään mahdollisimman kuvaavia
- elementtien nimeämiskonventio on konsistentti läpi koko taksonomian
- Akronyymejä ja muita lyhenteitä on käytetty hillitysti ja vastuullisesti
- Alueellinen nimeäminen on otettu huomioon
- Alan termistöä on käytetty soveltuvilta osin ja kun se on luontevaa

Elementin nimen kirjoittamisessa suositellaan käytettäväksi yhtä seuraavista tavoista [10] [11] [12]:

- `sourceStream`
- `source-stream`
- `source.stream`
- `source_stream`

Lisäksi elementin ensimmäinen kirjain voidaan kirjoittaa niin halutessa isolla kirjaimella. Yksikään edellä mainituista tavoista ei kuitenkaan ole muita parempi, ja näistä tavoista voidaankin käyttää mitä tahansa, kunhan nimeäminen tehdään samalla tavalla koko taksonomian läpi. Lisäksi edellä mainitut tavat elementin nimeämiselle eivät ole toisiaan vastaavia, sillä XBRL:ssä, kuten XML:ssäkin, pieni kirjain luetaan eri merkiksi kuin iso kirjain, mikä tarkoittaa sitä, että esim. termit "source" ja "Source" ovat kaksi eri asiaa. Raportointiformaatissa elementit on nimetty ensimmäisellä esitellyllä tavalla ja isolla alkukirjaimella, eli esim. "SourceStream".

XML-skeemoissa elementtien nimien maksimipituudeksi suositellaan n. 4-12 merkkiä, mutta teknistä rajoitusta elementtien (tai attribuuttien) pituudelle ei ole [10]. XBRL:ssä elementin nimen suurin merkkimäärä on 256 [29]. Johtuen siitä, että XBRL:llä kuvataan useimmiten taloudellista tietoa, jossa eri käsitteiden välillä käytetään mieluusti ihmisen ymmärtämää terminologiaa, usein pelkät elementtien etuliitteetkin ovat jo merkkimäärältään pitkiä. Tästä syystä XBRL-taksonomioissa elementtien nimet voivat olla jopa yli 40 merkkiä pitkiä [30].

3.4.3 XML:n ja XBRL:n tärkeimmät eroavaisuudet

Huolimatta siitä, että XBRL on XML:ää, on niiden välillä eroavaisuuksia. XBRL tarjoaa ominaisuuksia, joihin XML ei (teknisesti) kykene. Seuraavassa esitellään näistä tärkeimpiä raportointiformaatin toteutuksen ja mahdollisen jatkokehityksen kannalta.

XBRL:n taksonomioissa ja ilmentymädokumenteissa voidaan ilmaista semanttista tietoa, mm. laskentoihin liittyen (esim. "Kokonaispäästöt_vuonna_t = \sum käyttöaika_tunneissa * GHG-pitoisuus * savukaasuvirta"). Lisäksi semanttisen tiedon avulla voidaan jopa suorittaa laskutoimituksia ilmentymädokumentin sisällä ja jopa validoida syötetty data. Raportointiformaatin myöhemmän kehityksen kannalta mahdollisuus ilmaista laskennallisia sääntöjä ja suorittaa erilaisia laskutoimituksia on erityisen tärkeä ominaisuus. Erilaisia kasvihuonekaasupäästöjen laskentatapoja voi olla harjoitetusta toiminnasta riippuen useita erilaisia, joiden välillä myös laskentamekanismit ja -kaavat ovat luonnollisesti erilaisia. Semanttisen tiedon ilmaisemisen avulla voidaan suorittaa datan validointia (esim. erilaisia tarkistuslaskuja tekemällä) ja muita tiedon tarkistamiseen liittyviä toimintoja tehokkaasti [26].

XBRL on laajennettavissa joustavammin kuin XML esim. paikallisiin tarpeisiin. XBRL:n tarjoamat mekanismit taksonomioiden laajentamiseen ovat ketterämmät kuin XML:n vastaavat. XBRL:ssä käyttäjät voivat esim. lisätä tai poistaa relaatioita taksonomiasta tarpeen mukaan [26] [32]. Raportointiformaatissa on jo pyritty ottamaan huomioon eri maiden eroavat toimintatavat, mutta mahdollisuus muokata raportointiformaatin taksonomiaa paikallisesti sopivammaksi ilman että itse raportointiformaatin ydinosia tarvitsee muokata, edistää sen soveltuvuutta mm. erilaisten raportointidokumenttien luontiin.

XBRL:n mahdollistaa ns. normalisoidun rakennekuvauksen, mistä johtuen XBRL-taksonomiaan voidaan halutessa lisätä käytännössä rajoittamaton määrä erilaisia relaatioita tarpeen mukaan ja täten kuvata informaatiota pikemminkin verkkona, kuin esim. puurakenteena. XML-skeemassa puolestaan on yksi ainoa ennalta määritetty hierarkia, jonka mukaan sen ilmentymädokumentit on muodostettava. Normalisoitu rakennekuvaus mahdollistaa XBRL-taksonomian elementtien vertailun erityisesti relaatiotietokantoihin suhteellisen yksinkertaisesti, mikä puolestaan helpottaa viestien luontia suoraan tietokannan datasta, sekä auttaa datan automaattisessa käsittelyssä (mahdollistaa mm. erilaisien tarkistuksien suorittamisen) [26].

Toisin kuin XML:ssä, jossa elementit saavat sementtisen merkityksensä mm. sen kautta, missä kohtaa skeemaa ne sijaitsevat, XBRL:ssä elementin merkitys ei saa riippua sen paikasta [29]. Tämä tarkoittaa sitä, että XBRL-taksonomiassa elementit saavat olla samannimisiä vain jos niiden semanttinen merkitys on täsmälleen sama.

4 Tulokset

Seuraavaksi esitellään tutkimuksen tuloksena syntyneen Euroopan laajuisen raportointiformaatin suunnittelun ja toteutuksen tulokset sille asetettujen vaatimusten näkökulmasta. Kappaleessa 4.1 esitellään tärkeimmät tulokset käytössä olevien järjestelmien tutkinnasta. Kappaleessa 4.2 käsitellään raportointiformaatissa tarvittavia viestejä ja kappaleissa 4.3 ja 4.4 kuvataan toteutettujen viestien tärkeimmät osa-alueet. Analyysi raportointiformaatille asetetuista vaatimuksista ja niiden täyttymisestä esitetään kappaleessa 4.5.

4.1 Käytössä olevien järjestelmien hyödyntäminen

Aiemmin kappaleessa 2.3 esiteltyjä käytössä olevia sähköisiä järjestelmiä kasvihuonekaasupäästöjen valvontaan analysoitiin tutkimuksen alkuvaiheessa. Järjestelmien tutkinnassa pyrittiin tunnistamaan hyviä toimintamalleja ja ratkaisuja, sekä valmiita osia, joita voitaisiin (soveltaen) käyttää hyväksi myös raportointiformaatissa. Lisäksi yksi raportointiformaatille asetetuista vaatimuksista oli ottaa huomioon jo käytössä olevat järjestelmät ja pyrkiä raportointiformaatin kehittämisen aikana niiden kanssa mahdollisimman yhteensopivaan toteutukseen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esim. tietorakenteen, tietotyyppien, sekä viestityksen määrittelyssä pitää pyrkiä mahdollisuuksien mukaan käyttämään jo käytössä olevissa järjestelmissä toteutettuja ratkaisuja ja/tai tietomalleja, kuitenkin aina analysoiden jokaisen ratkaisun soveltuvuuden raportointiformaatin vaatimuksien, käyttötarkoituksen, sekä sen tulevien käyttäjien näkökulmasta.

Alla olevassa taulukossa on kuvattu tutkittujen järjestelmien vastaavuus EU ETS - prosessiin, sekä mainittu muutamia sellaisia ominaisuuksia ja toimintamalleja, joita voidaan hyödyntää raportointiformaattia kehitettäessä.

Taulukko 1: Tutkittujen järjestelmien vastaavuus EU ETS -prosessiin

	ETSWAP	EmissionFactor	DEHSt	AirDEx
Lupien haku	Dataelementit määritetty yksityiskohtaisesti Luvan haku sisältää tarkkailusuunnitelman	Lupien haku- ja käsittelyprosessi määritelty tarkasti Tarkkailusuunnitelma sidottu lupahakemukseen	Ei huomioitu	Ei huomioitu
Tarkkailu	Vastaa suurelta osin MRG2007:n vaatimuksia Lentoliikenne huomioitu, mutta vajavaisesti	Vastaa suurelta osin MRG2007:n vaatimuksia Tarkkailusuunnitelman päivittäminen huomioitu	Ei huomioitu	Ei huomioitu
Raportointi	Vastaa tarkasti MRG2007:n vaatimuksia Raportointi suoritetaan tarkkailusuunnitelmaa vasten Dataelementit suunniteltu MRG2007:n raportointia vastaavaksi	Vastaa tarkasti MRG2007:n vaatimuksia Raportointi suoritetaan tarkkailusuunnitelmaa vasten Tietokantarakenne suunniteltu MRG2007:n raportointia tukevaksi	Vastaa osittain MRG2007:n vaatimuksia XML-skeema-määrittelyssä tietojen pakollisuuksia ei määritetty	Tietojen pakollisuus määritelty XML-skeemassa Suppeahko tietosisältö
Todentaminen	Todentajalupa, todentajien tiedot, sekä todentajanlausunto huomioitu	Todentajalupa, todentajien tiedot, sekä todentajanlausunto huomioitu Todentamisprosessi huomioitu tarkasti	Vain todentajanlausunto huomioitu viesti-liikenteessä	Todentajanlausunto huomioitu

EmissionFactor-järjestelmässä valvontaprosessi ja sen kulku on otettu tarkkaan huomioon suunniteltaessa järjestelmän asiointimallia. Suoranaisia viestejä EmissionFactorissa ei kuitenkaan ole määritetty, sillä data pidetään järjestelmän sisällä. Järjestelmään implementoidun asiointiprosessin kautta saatiin kuitenkin hyvä pohja tarvittavalle informaatiolle EU ETS -prosessin eri vaiheissa, mitä hyödynnettiin mm. raportointiformaatin viestien sisällön määrittelyssä.

ETSWAP:n määritys on rakenteeltaan enemmän viesti-pohjaiseen kommunikaatioon perustuva, joka on lähellä raportointiformaatille suunniteltua toteutusta. Siinä on myös huomioitu linkityksien tarve niin elementtien, kuin eri viestienkin välillä. Se

sisältää myös elementtien tyyppimääryityksiä ja pakollisuuksia, minkä johdosta se toimi tutkituista järjestelmistä parhaiten raportointiformaatin suunnittelun ja toteutuksen pohjana. Lisäksi ETSWAP sisältää tietyille elementeille ns. enumeroinnin (eli ennalta määrätyn luettelon elementtiin hyväksytyistä arvoista), jotka on kerätty MRG2007:stä. Näitä valmiita listauksia käytettiin hyödyksi määriteltäessä joitakin raportointiformaatin elementtejä.

DEHSt-järjestelmässä päästöraportin sisältö on tarkasti määritelty XML-skeeman avulla. Informaatiota ei ole kuitenkaan esitetty rakenteellisesti tehokkaalla tavalla ja se sisältää regulaation määräyksien kannalta turhaa tietoa. Määritystä pystyttiin silti käyttämään hyväksi raportointiformaatin EUETSReport-viestin (käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.4) määrittelyn tukena, rajoittuen kuitenkin lähinnä todentajanlausuntoon ja todentajien pätevyYTEEN liittyviin tietoihin.

AirDEx ei tarjonnut raportointiformaatin kannalta mainittavaa lisätietoa, kuin mitä muiden järjestelmien tutkinnasta oli jo saatu.

Käytössä olevien järjestelmien tutkinnan jälkeen niistä kerätystä informaatiosta koostettiin pohja raportointiformaatin tietomallille. Näin voitiin varmistua siitä, että raportointiformaatti tukee mahdollisimman käytössä olevia järjestelmiä, mikä oli yhtenä vaatimuksena toteutukselle. Tämän jälkeen koostettua tietomallia verrattiin MRG2007:ään ja analysointiin sen vastaavuutta siihen, sekä muihin tarpeellisiin regulaatioihin. Johtuen siitä, että tutkitut järjestelmät oli suunniteltu yksittäisen maan päästöjen valvonnan tarpeisiin, oli niissä regulaatioiden kannalta jonkin verran turhaa tietoa yhdistettynä tarkkailussa ja raportoinnissa vaadittuun informaatioon. Raportointiformaatin tietomallin pohjaksi kerätystä tiedosta poistettiin MRG2007:n ja EU ETS -prosessin kannalta tarpeeton informaatio. Tietomallia vastaavasti myös täydennettiin puuttuvien tietojen osalta.

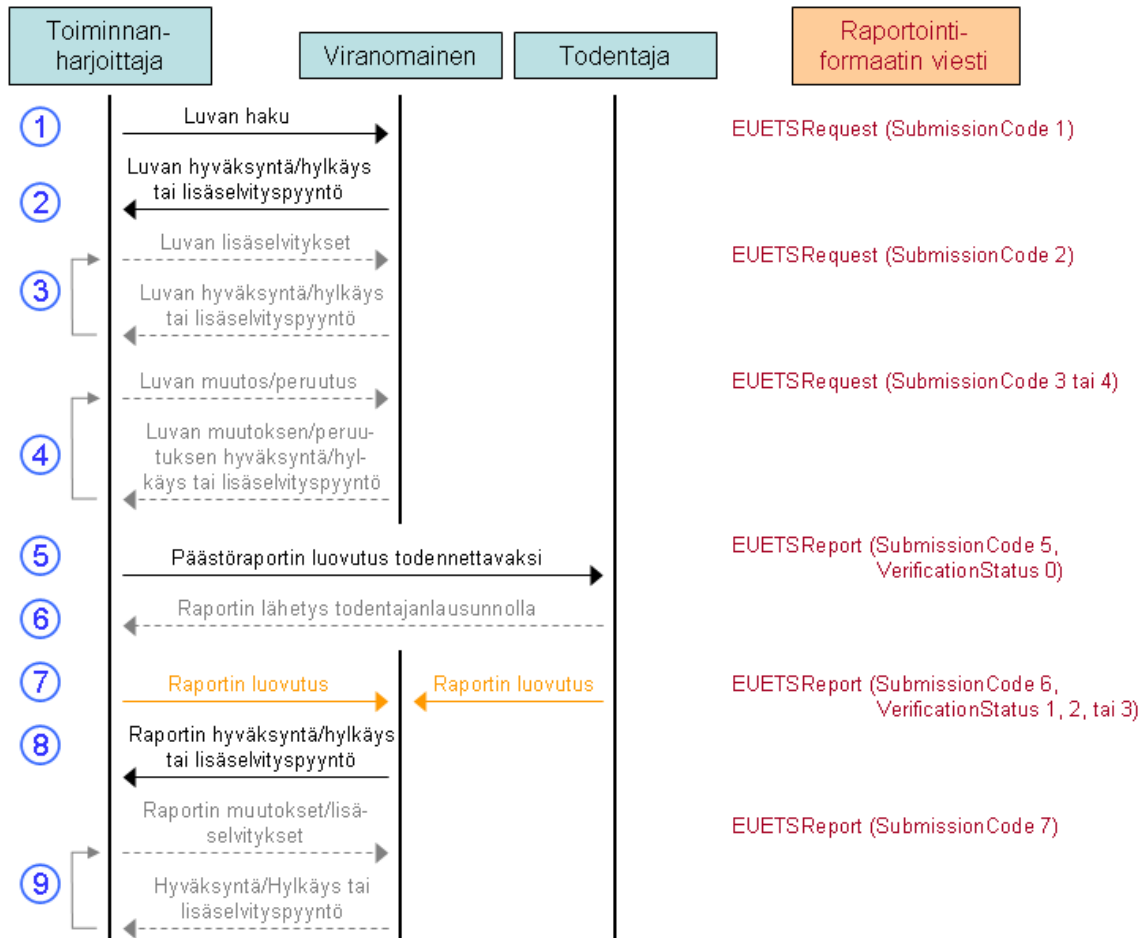
Käytössä olevista järjestelmistä kerätty informaatio ja datamallit esiteltiin myös työryhmälle, johon kuului myös käytössä olevien järjestelmien kehityksessä mukana olleita henkilöitä. Työryhmä totesi, että kerättyjä malleja voidaan sovelletusti käyttää raportointiformaatin tietomallin pohjana, varmistaen näin maksimaalinen yhteensopivuus sekä käytössä olevien järjestelmien, että EU ETS -prosessin ja oleellisten regulaatioiden kanssa.

4.2 Tarvittavat viestit raportointiformaatissa

Raportointiformaatin ensisijainen tarkoitus on tukea EU ETS -prosessia ja mahdollistaa Euroopan laajuinen kasvihuonekaasupäästöjen valvonta tarjoamalla standardoitu sähköinen esitysmuoto prosessissa viranomaisille toimitettavaan informaatioon.

Kappaleessa 2.2 esitelty päästöluvituksen ja tarkkailun, sekä vuosittaisen kasvihuonekaasupäästöjen raportoinnin ja todentamisen prosessi (eli EU ETS - prosessi) toimii raportointiformaatin sisältämien viestien suunnittelun lähtökohtana. Raportointiformaatin tulee tukea ensisijaisesti toiminnanharjoittajan (ja todentajan) lähettämiä viestejä, sillä näissä viesteissä ilmaistaan se informaatio, jota Euroopan laajuiseen kasvihuonekaasupäästöjen valvonnassa tarvitaan. Muu kommunikaatio, kuten lisätietojen pyytäminen, ei ole relevanttia ja voidaan näin ollen jättää viestejä käsittelevän järjestelmän tehtäväksi. Tämä johtuu siitä, että lisätietojen pyytäminen, sekä luvan tai raportin hyväksyminen eivät ole informaatiota, jota eri maiden päästökaupan viranomaiset raportoivat Euroopan Komissiolle. Oleellista tietoa Euroopan laajuisen valvonnan ja tiedonkeruun kannalta on toiminnanharjoittajalta saatava informaatio. Tietojen keruu sähköisesti standardissa muodossa myöhempää analysointia ja erilaisten raporttien tuottamista varten ei siis vaadi muita kuin toiminnanharjoittajan lähettämiä viestejä, sekä luonnollisesti päästöraporttiin liittyvän todentajanlausunnon. Tilanteessa, jossa viranomaiset pyytävät lisätietoja esim. raporttiin, lopullinen data saadaan silti aina toiminnanharjoittajalta.

EU ETS -prosessi voidaan jakaa kahteen eri osakokonaisuuteen: tarkkailuun (lupa- ja tarkkailusuunnitelmaan liittyvä viestintä) ja raportointiin (päästöraportin ja todentajanlausuntoon liittyvä viestintä). Toisin sanoen viranomaisille toimitettavia viestejä ovat päästöluvan haku, tarkkailusuunnitelman toimitus, vuosittaisen päästöraportti, sekä todentajanlausunto. Tästä syystä raportointiformaatti jakautuu kahteen eri viestiin, jotka on nimetty EUETSRequest ja EUETSReport -viesteiksi. Edellistä käytetään päästöluvan hakuun, lupa- tai tarkkailusuunnitelmamuutokseen, sekä luvan perumiseen (eli voimassa olevan luvan päättämiseen). EUETSReport-viestiä käytetään puolestaan vuosittaisen päästöraportin lähettämiseen, sekä raportin päivittämiseen ja todentajanlausunnon lähettämiseen. Kuvassa 6 näytetään, miten raportointiformaatti vastaa toiminnanharjoittajan (ja todentajan) viranomaiselle lähettämään informaatioon EU ETS -prosessissa.



Kuva 6. Raportointiformaatin viestien vastaavuus EU ETS -prosessiin

Viestien suunnittelussa raportointiformaatin skeemamäärittelyn osana sovellettiin kuvassa 4 esitellyn formaalin suunnitteluprosessin numeroituja vaiheita seuraavasti:

1. Käyttötarkoituksen määrittely raportointiformaatille saatiin käytännössä kokonaisuudessaan Euroopan komission antamana (esitelty kappaleissa 1.2 ja 3.1).
2. Raportointiformaatin käyttäjät voidaan jakaa kahteen ryhmään; valvonnan suorittavat Euroopan Komissio ja eri maiden paikalliset viranomaiset, sekä raportoinnin suorittavat toiminnanharjoittajat ja todentajat. Huomioitavaa on erityisesti se, että toiminnanharjoittajat ja todentajat ovat ainoa raportointiformaattia käyttävä ryhmä, jonka tulee käytännössä tuottaa tietoja raportointiformaatin määrittelemässä muodossa. He ovat samalla myös ainoa käyttäjäryhmä, jolla ei välttämättä ole riittävää tietotaitoa kaikkien vaadittujen tietojen täyttämiseen. Tämä seikka tulee huomioida

raportointiformaatin kehityksessä niin, että raportointiformaatista on pyrittävä tekemään mahdollisimman itseään selittävä, yksinkertainen, sekä rakenteeltaan looginen.

3. Vaatimukset raportointiformaatille on määritellyt Euroopan Komissio. Muita, esim. työryhmän esiin nostamia vaatimuksia on tarkasteltava kriittisesti ja analysoitava tarkasti ennen niiden ottamista osaksi raportointiformaattia (ks. kappale 3.2).
4. Informaatiosisällön määrittelee käytännössä kasvihuonekaasupäästöjen valvonnasta määräävä regulaatio MRG2007, sekä teknisen työryhmän käytännön kokemus EU ETS -prosessista.
5. Datarelaatiot määritellään samalla kun informaatioasisällön looginen rakenne määritellään. Tietyt osakokonaisuudet ja niissä kuvatut tiedot kuuluvat eri osiin raportointiformaatin rakennetta, mutta ne on pystyttävä linkittämään toisiinsa tarvittavilta osin.
6. Yhdessä datarelaatioiden kanssa määritellään datarakenne. Tämä osa prosessista on iteratiivinen, johtuen relaatioiden ja rakenteen kaksisuuntaisesta suhteesta.
7. Osa hyvää XML-skeeman (ja myös XBRL-taksonomian) suunnittelua on uudelleenkäytettävien, ns. modulaaristen rakenteiden tunnistaminen ja niiden oikeanlainen uudelleenkäyttö. Raportointiformaatissa tällaisia ovat tietokentät, joiden semanttinen merkitys on sama huolimatta siitä, kuvaavatko ne esim. lähdevirran tai mittalaitteen tietoja. Yleisesti uudelleenkäytettävien osien tunnistaminen selkeyttää skeemaa, sekä pienentää sen fyysistä kokoa.
8. Datatyyppien (esim. `string` ja `integer`) määrittely on tärkeä osa skeema-suunnittelua. Datatyyppin avulla mm. tietokenttään syötettävän datan tarkoitusta voidaan selkeyttää, sekä tiedon validius voidaan automaattisesti tarkistaa.
9. Raportointiformaatin luonteesta johtuen siinä ei ole ollut tarpeen käyttää muita kuin perinteisiksi miellettyjä, ns. tavallisimpia datatyyppejä, kuten `string`, `date`, jne.

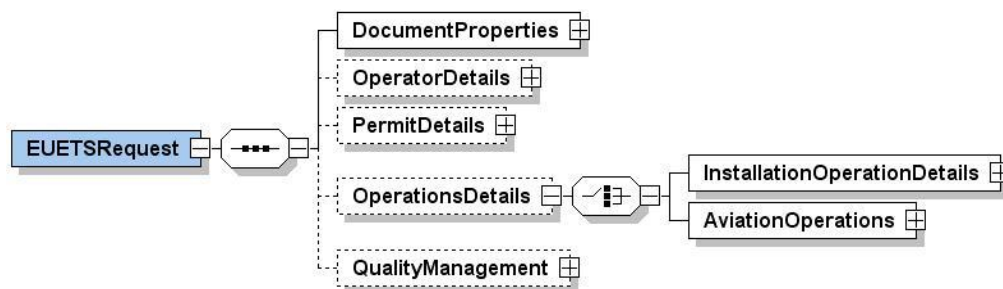
Johtuen XBRL:n primäärisestä käyttötarkoituksesta ilmaista taloudellista dataa (esim. tilinpäätöksiä ja taseita), ei saatavilla ollut taksonomioita, joita olisi voitu käyttää hyväksi raportointiformaattia kehitettäessä. Täten kohdissa 7A ja 8A ei ollut sen enempää tuotavia kuin valmiitakaan rakenteita tai datatyyppejä, joita olisi voitu hyödyntää raportointiformaatissa.

Viestien toteutuksessa on myös käytetty kappaleessa 3.3.3 mainittua tapaa jaotella eri osa-alueet selkeästi omiksi osakokonaisuuksikseen. Tällaisten osiin jaoteltujen määrämuotoisten viestien kuvaamiseen soveltuu hyvin puumainen tietorakenne, joten sitä on käytetty tietomallina raportointiformaatin skeemamäärittelyssä. Esimerkkinä erilaisista osakokonaisuuksista ovat mm. toiminnanharjoittajan ja luvan yleiset tiedot, stationääriset laitokset ja ilmailutoiminta, toimintaa kuvaavat tiedot (kuten päästölähteet, lähdevirrat, sekä mittauslaitteet), eri kaasujen tarkkailusuunnitelmat, sekä todentajanlausunto, muutamia mainitakseni.

4.3 Päästöluvan haku ja tarkkailusuunnitelma

Raportointiformaatin rakenteen perussuunnitteluperiaatteena on ollut ajatus, että loogisesti toisiinsa liittyvä informaatio pyritään sijoittamaan rakenteellisesti omiin osakokonaisuuksiinsa. Tämän pohjalta suunniteltiin myös raportointiformaatin hierarkkinen rakenne. XML:n perussuunnitteluperiaatteita seuraten, jokainen informaatiopalanen, jonka pitää olla tavoitettavissa (accessible), eli luettavissa ja käsiteltävissä itsenäisesti, on raportointiformaatissa oma dataelementtinsä [11][29]. Raportointiformaattia kehitettäessä informaatio on pyritty jakamaan loogisiin osakokonaisuuksiin sillä periaatteella, että oleellisesti saman asian eri yksityiskohtia kuvaavat tiedot löytyvät yhdestä paikasta. Esimerkkinä tästä on mm. laitospkohtaiset tiedot, jossa stationääristen laitosten yleinen informaatio on sisällytetty `InstallationDetails`-elementtiin ja tarkkailusuunnitelmat kaasutyypin mukaan omiin osiinsa.

EUETSRequest-viestiä käytetään haettaessa, päivitettäessä, tai peruttaessa päästölupaa, sekä päästöluvan osana vaaditun tarkkailusuunnitelman lähetykseen. Kuva 7 havainnollistaa EUETSReport-viestin jakautumista eri pääosa-alueisiin.



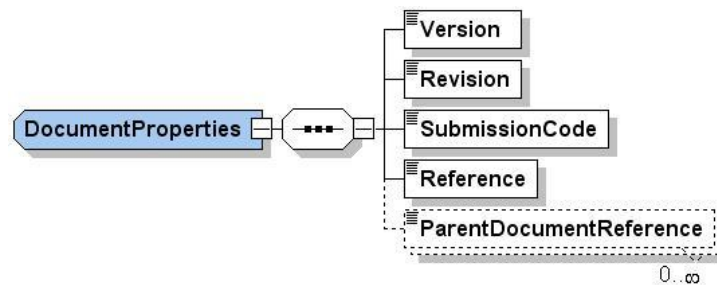
Kuva 7. EUETSRequest-viestin pääosa-alueet

Tärkeimmät EUETSRequest-viestin osa-alueet esitellään seuraavassa.

4.3.1 Dokumenttitiedot

Sekä päästölupa, että siihen kiinteästi liittyvä tarkkailusuunnitelma muodostavat vuosittaisen päästöraportin kanssa loogisen kokonaisuuden, joka voidaan käytännössä mieltää ko. laitoksen ”vuosikertomuksena” sen tuottamiin kasvihuonekaasupäästöihin liittyen. Raportointiformaatin kannalta tämä tarkoittaa sitä, että päästöraportista on pystyttävä viittamaan päästölupaan (ja siihen liitettyyn tarkkailusuunnitelmaan). Tähän tarpeeseen kompleksiseen `DocumentProperties`-elementtiin (ks. kuva 8) on EUETSRequest-viestissä sisällytetty elementti `Reference` ja `ParentDocumentReference`. `Reference` voidaan mieltää esim. globaalisti uniikiksi viestin koodiksi, sen ollessa muotoa `XX-N`, jossa `XX` on maakoodi (standardi ISO 3166:n mukaisesti), ja `N` puolestaan kokonaisluku, joka toimii viestin järjestysnumerona. Tämän numeroinnin hallinta, esim. duplikaattien estämiseksi, on jätetty kansallisesti hoidettavaksi. Jos raportointiformaatin viestien luontia ja käsittelyä varten kehitetään sähköinen järjestelmä, pitää sen toteutuksessa ottaa huomioon viestien järjestysnumeroinnin hallinta. Valinnainen `ParentDocumentReference` puolestaan sisältää viitteen aikaisempaan päästölupaan, esim. tapauksessa, jossa päästölupaan haetaan päivitystä, eli sisältää sen EUETSRequest-viestin `Reference`-kentässä olleen arvon, johon viittaus kohdistuu.

Kuten mainittua, EUETSRequest-viestillä voidaan hakea päästölupaa, päivittää lupaa ja tarkkailusuunnitelmaa, sekä peruuttaa lupa. Jokaiselle näille toiminnoille on annettu oma koodinsa, joka ilmoitetaan `SubmissionCode`-elementissä. Ratkaisu tukee laajennettavuutta, sillä erilaisia viestejä voidaan haluttaessa määrittää myöhemmin lisää. Tämä tapahtuu esim. lisäämällä uusi numero `SubmissionCode`-elementille ja määrittämällä sen informaatio sisältö raportointiformaatin elementtien pakollisuudet määrittelevässä liitetiedostossa, jota käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.5.2. Elementteille, jotka sisältävät valmiin luettelon niihin hyväksytyistä arvoista (ns. enumeroidut elementit), määriteltiin tyypiksi `integer`, jotta sekä 002 että 2 olisivat valideja arvoja. Näin järjestelmien, jossa käytetään `string`-tyyppistä listausta, ei tarvitse muokata tietokannasta haettavia arvoja luodessaan raportointiformaatin mukaista ilmentymädokumenttia [10]. Näin toimittiin myös muiden valmiin luettelon hyväksytyistä arvoista sisältävien elementtien osalta.

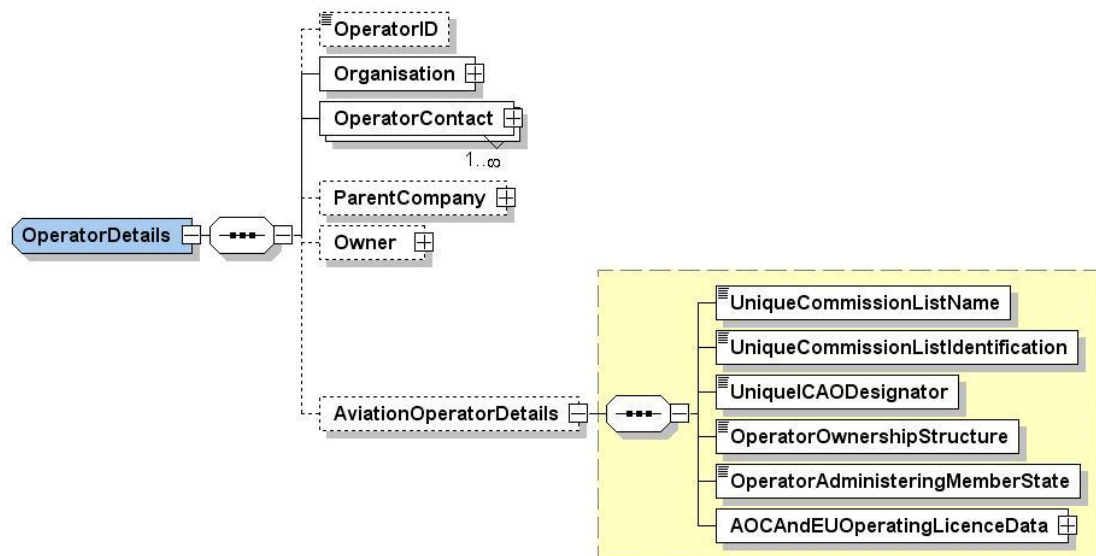


Kuva 8. Yleiset EUETSRequest-viestin tiedot

4.3.2 Tiedot toiminnanharjoittajasta

OperatorDetails-elementti (Kuva 9) sisältää yleiset tiedot toiminnanharjoittajasta, tarkemmin sanottuna siitä laitoksesta, jolle päästölupa anotaan. Tietoihin kuuluu mm. laitoksen ID (`OperatorID`), joka on tarkoitettu toimimaan viittauksena kansallisesta päästökaupparekisteristä löytyvään `OperatorID`-tietoon ko. laitokselle, jotta laitoksen yksilöinti voidaan suorittaa helposti raportointiformaatin ilmentymädokumentin ja kansallisen päästökaupparekisterin välillä. Tätä tietoa tarvitaan esimerkiksi silloin kun päästöraportin perusteella tehty päätös toiminnanharjoittajan palauttamasta päästöyksikkömäärästä pannaan voimaan.

OperatorDetails-elementtiin kuuluvat kompleksiset elementit `Organisation` ja `OperatorContact`, jotka sisältävät yhteystiedot sekä organisaatiolle tai yritykselle, että henkilölle. Näissä elementeissä olevat tiedot on koostettu UN/CEFACTin Core Component Libraryn standardista "UN/CCL version 09A" [34], seuraten näin raportointiformaatille asetettua vaatimusta rakentua mahdollisimman paljon muiden kansainvälisten standardien mukaisesti. Lisäksi voidaan ilmoittaa myös yleisiä tietoja myös ilmailutoiminnanharjoittajasta (`AviationOperatorDetails`). Tällaisia tietoja ovat mm. ilmailutoimijan yksilöintitunnus (`UniqueCommissionListIdentification`) ja ICAO kutsutunnus (`UniqueICAODesignator`), jotka täytetään luonnollisesti vain kun kyseessä on ilmailutoiminnanharjoittaja.

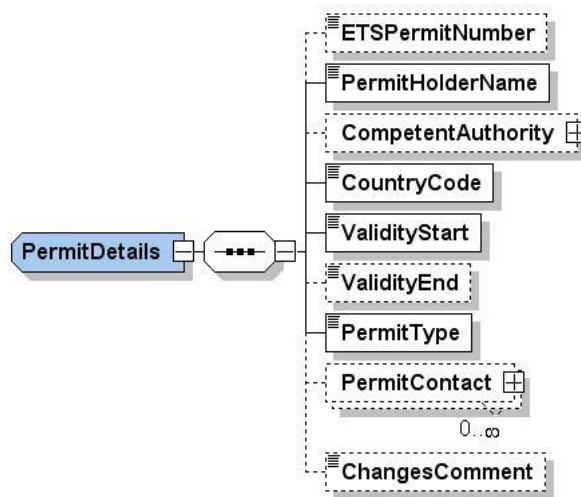


Kuva 9. Yleiset tiedot toiminnanharjoittajasta

4.3.3 Päästöluvan tiedot

Toiminnanharjoittajan anomaa päästölupaa koskevat lupatiedot ovat kompleksisessa `PermitDetails`-elementissä, joka on esitetty kuvassa 10. Elementti sisältää mm. kentän lupanumerolle (`ETSPermitNumber`), joka samaan tapaan kuin `OperatorID` on tarkoitettu vastaamaan päästökaupparekisteristä löytyvää lupanumeroa ko. laitokselle.

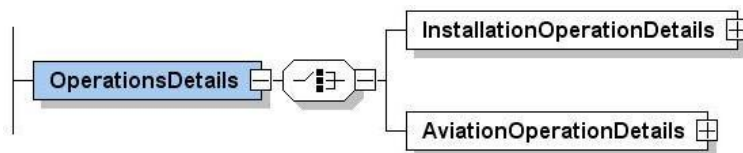
Luvalla on myös sen voimassaolon alkamis- ja loppumispäivämäärät (`ValidityStart` ja `ValidityEnd`). Näissä molemmissa käytetään tietotyyppinä XML:stä tuttua `date`-tyyppiä, joka ilmaisee päivämäärää. Lisäksi luvan tiedoista löytyy `PermitType`-elementti, joka kertoo päästöluvan lupatyyppin. Elementti on tietotyyppiä `integer`, ja on lueteltua määritetyyppiä, eli sisältää listan siihen kelpaavista kokonaisluvuihin, joista jokainen vastaa tiettyä päästölupatyyppiä. On odotettavissa, että lupatyypppejä määritetään myöhemmin lisää, joten elementtiä ei ole määritelty `list`-tyyppiseksi, sillä `list`-tyyppistä elementtiä ei voida haluttaessa laajentaa yhtä helposti kuin `integer`-tyyppistä elementtiä [10].



Kuva 10. Päästöluvan yleiset tiedot

4.3.4 Päästöjä aiheuttavien toimintojen tiedot

Toiminnot, joista kasvihuonekaasupäästöjä aiheutuu, kuvataan kompleksisessa elementissä `OperationsDetails`. Elementti jakautuu kahteen eri osaan, stationääristen laitosten tietoihin (`InstallationOperationDetails`), jotka täytetään jos toiminnanharjoittaja on esim. sähköntuottaja, sekä ilmailutoimintaa harjoittavien toimijoiden tietoihin (`AviationOperationsDetails`). Ilmailutoiminnan tarkkailumenetelmät on eroteltu stationääristä laitoksista sijoittamalla kasvihuonekaasuja tuottavat toiminnot sisältävän `OperationsDetails`-elementin alle kokoelmaelementin `choice`, jonka lapsielementeistä vain yksi sallitaan ilmentymädokumentissa. Valinta on tässä kohtaa siis poissulkeva, tarkoittaen sitä, että ilmentymädokumentissa `OperationsDetails` ja `AviationOperationsDetails` -elementeistä vain toinen saa esiintyä, ei molemmat. Näin voidaan varmistua siitä, että ilmentymädokumentissa ei voida ilmoittaa samalla sekä ilmailutoimintaan liittyviä tietoja, että stationääristen laitosten tietoja. Valinta riippuu luonnollisesti siitä, minkä tyyppiselle toiminnalle päästölupa on tarkoitettu.

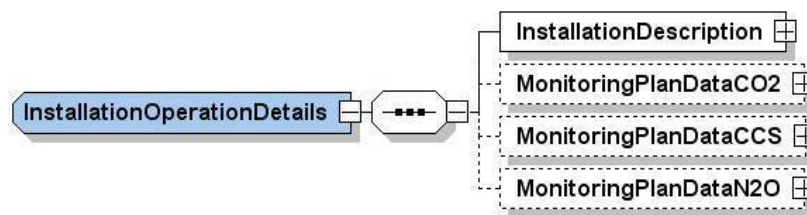


Kuva 11. Päästöjä aiheuttavien toimintojen jako stationäärisiin laitoksiin ja ilmailutoimintaan

Tärkeimmät molempien toiminnanharjoittajien tarkkailusuunnitelmien tiedoista on käsitelty kappaleissa 4.3.6 (stationääriset laitokset) ja 4.3.7 (ilmailutoiminnan harjoittajat).

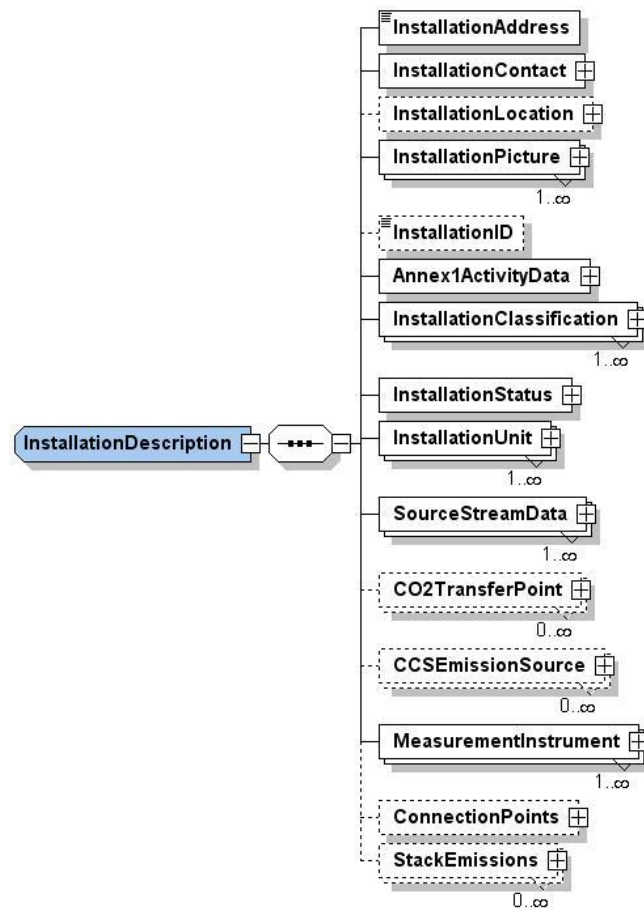
4.3.5 Stationääristen laitosten tiedot

Tavallisen laitoksen tarkkailusuunnitelma kuvataan siis kompleksisessa elementissä `InstallationOperationDetails` (ks. kuva 12) Se jakautuu ns. yleiseen osaan (`InstallationDescription`), sekä valvonnan alaisena olevien kasvihuonekaasujen tarkkailusuunnitelmiin, joita on tällä hetkellä kolme kappaletta: hiilidioksidille (CO_2) ja sekä hiilidioksidin talteenotolle ja varastoinnille (CCS), typpioksiduulille (N_2O). Typpioksidin (NO_x) tarkkailusuunnitelma tullaan lisäämään raportointiformaattiin myöhemmässä vaiheessa.



Kuva 12. Stationääristen laitosten tarkkailumenetelmät

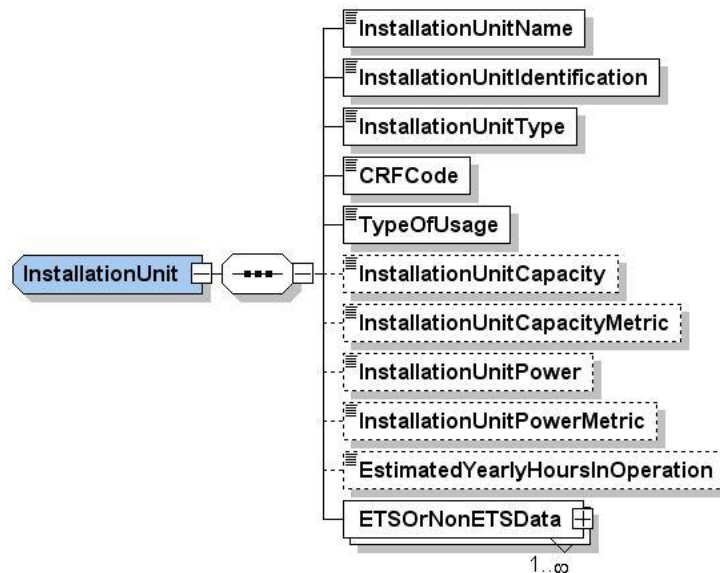
Laitoksen yleiset tiedot (`InstallationDescription`) sisältää mm. seuraavat elementit: laitoksen aktiviteetin luokittelutiedon MRG2007:n mukaisesti (`Annex1ActivityData`), laitoksen päätoiminnan luokittelutiedon (`InstallationClassification`), sekä laitoksen toiminnan aloitus- ja halutessa myös lopetuspäivämäärän. Edellä mainittuja mielenkiintoisempia tietoja ovat kuitenkin kompleksiset elementit `InstallationUnit` (joka kertoo laitoksen fyysisten päästölähteiden, kuten polttouuni, tiedot), `SourceStreamData` (jota käytetään ilmaisemaan kaikki käytetyt lähdevirrat, eli käytännössä polttoaineet), `CO2Transferpoint` (joka kertoo laitoksen sisääntulevat ja ulosmenevät hiilidioksidisiirrot), `CCSEmissionSource` (jossa kuvataan laitoksen hiilidioksidin talteenotto ja varastointi), `MeasurementInstrument` (joka sisältää yksityiskohtaiset tiedot käytetyistä mittalaitteista), sekä `ConnectionPoint` (jota käytetään kuvaamaan laitoksen eri komponenttien fyysisiä suhteita). Nämä kaikki käsitellään tarkemmin seuraavassa.



Kuva 13. Starionäärysten laitosten yleiset tiedot

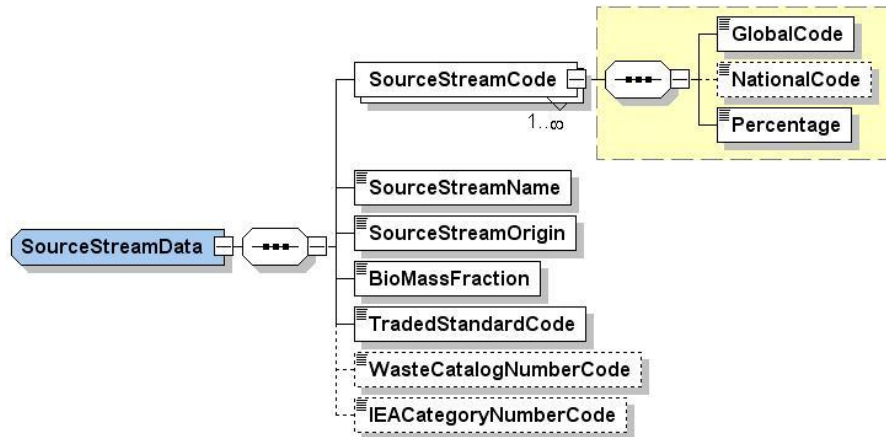
Elementti `InstallationUnit`, jossa ilmaistaan yksittäisen päästölähteen tiedot, on esitelty kuvassa 14. Tietoihin kuuluu mm. päästölähteen nimi, tunnus (esim. sarjanumero), sekä tieto siitä, mitä kasvihuonekaasua kyseinen päästölähde pääasiallisesti tuottaa (`CRFCODE`), mikä osaltaan määrittää laitoksen raportointivelvoitteita. Jos tarpeellista, päästölähteestä ilmoitetaan lisäksi sen kapasiteetti (`InstallationUnitCapacity`) ja teho (`InstallationUnitPower`). XBRL:ssä on valmiiksi määritelty useita eri yksiköjä esim. valuutoille (mm. EUR ja USD), joihin XBRL:ssä viitataan standardityyppisen `unitRef`-attribuutin avulla, mutta raportointiformaatin kannalta olennaisia yksiköitä (kuten kapasiteetille m^3/day ja teholle kWth) ei XBRL:ssä ole. Tämä johtuu siitä, että tällaisille yksiköille ei ole määritelty missään standardissa ns. tekstimuotoista esitystä, millä tarkoitetaan esitysmuotoa, jossa ei ole mitään muista kuin tavallisia kirjaimia tai numeroita. Koska standardiin perustuvaa esitystapaa ei ole, raportointiformaatissa

kapasiteetille ja teholle on määritelty elementit `InstallationUnitCapacityMetric` ja `InstallationUnitPowerMetric`, jotka ilmaisevat niiden yksiköt.



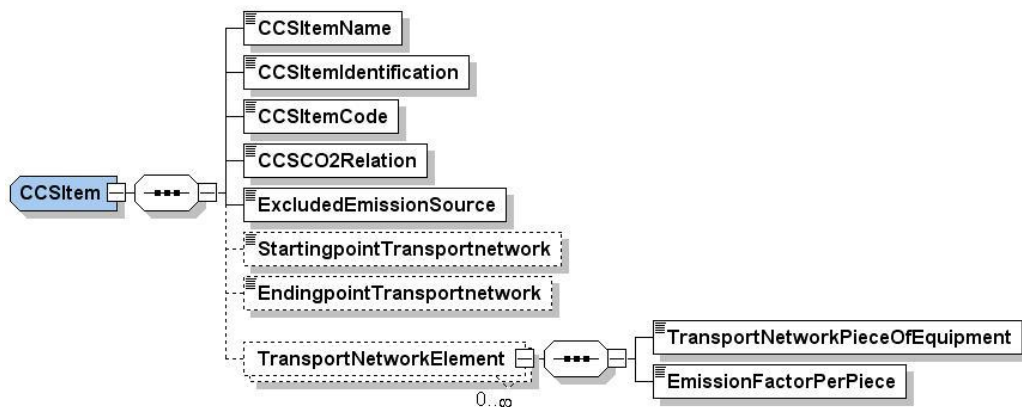
Kuva 14. Päästölähteen tiedot

Kuvassa 15 esitelty `SourceStreamData`-elementti sisältää kaikki lähdevirran tiedot. Lähdevirta voidaan käytännössä mieltää polttoaineeksi. Lähdevirran elementtiä määriteltäessä havaittiin, että eri maiden välillä on huomattavia eroja siinä, millä tarkkuudella erilaisia lähdevirtoja luokitellaan ja valvotaan. MRG2007 määrittää yhdeksi polttoainetyypiksi puun, ilman sen tarkempaa alaluokittelua esim. hakkeen, sahanpurun, kuoren, tai turpeen välille. Esim. Suomessa Tilastokeskus on määritellyt useita erilaisia polttoainenumeroita mm. puulle [35], kun taas muissa Euroopan maissa käytetään muita kansallisia polttoaineluokituksia. Lisäksi lopullinen käytettävä polttoaine voi koostua useista eri polttoaineista, esim. jos niitä sekoitetaan. Tällaista määrittelyä varten `SourceStreamData`-elementin osaksi kehitettiin elementti `SourceStreamCode`. Se sisältää elementit `GlobalCode` (MRG2007:n määrittämän polttoaineluokittelun mukaisesti), `NationalCode` (joka puolestaan ilmaisee kansallisen luokittelun), sekä `Percentage` (joka ilmaisee ko. polttoaineen prosenttimäärän koko lähdevirrasta), ks. kuva 15. `SourceStreamCode`-elementti voi esiintyä useita kertoja `SourceStreamData`-elementin sisällä, jotta useista eri polttoaineista koostuvan lähdevirran kaikki osa-polttoaineet voidaan ilmaista.



Kuva 15. Lähdevirran tiedot

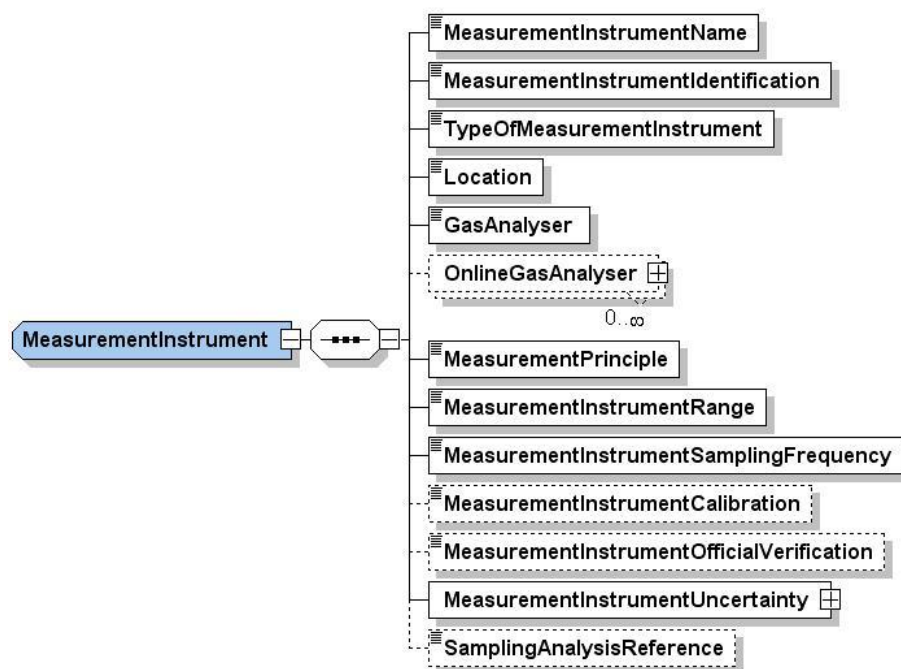
Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi tarkoittaa nimensä mukaisesti hiilidioksidin talteenottoa ennen sen pääsyä ilmakehään, sekä sen talteenoton jälkeistä varastointia (yleensä maaperässä). Käytännössä kyseessä on siis vain tietyn tyyppinen lähdevirta. CCSItem-elementti (ks. kuva 16) sisältää kaikki ne tiedot, joita tarvitaan kuvaamaan hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia lähdevirtana. Näitä ovat mm. hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin poistolähteen nimi (eli piste, josta talteenotto tapahtuu), poistolähteen tyypityskoodi (CCSItemCode), joita on tällä hetkellä neljä erilaista lueteltuna määritetyypissä, viite siihen lähdevirtaan, josta hiilidioksidi alun perin vapautuu (CCSCO2Relation), voidaanko ko. lähdevirran vuodot jättää huomioitta tietystä syystä (ExcludedEmissionSource), sekä tiedot siirtoverkon määrittelystä (TransportNetworkElement).



Kuva 16. Hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin poistopisteen tiedot

Yksi tärkeimpiä tarkkailusuunnitelmaan kuuluvia elementtejä on päästöjen tarkkailuun käytettävät mittalaitteet. Jotta tietoihin, joista laitoksen päästöt lasketaan, voitaisiin luottaa, pitää laitoksen ilmoittaa tarkasti millaisia mittalaitteita se päästöjen seurannassaan käyttää ja miten näiden mittalaitteiden luotettavuutta ylläpidetään.

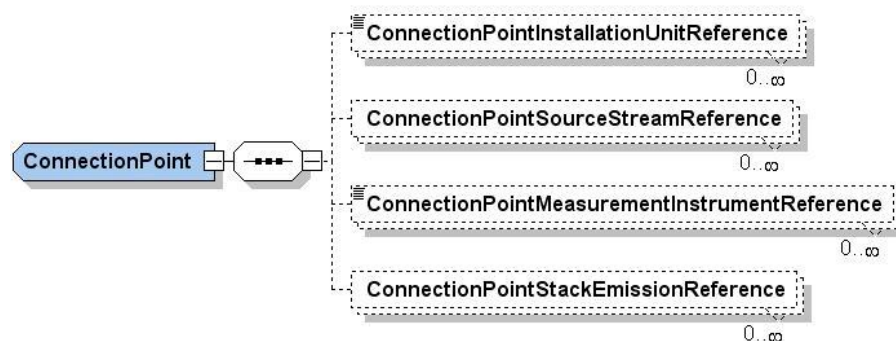
MeasurementInstrument-elementtiä käytetään kuvatessa mittalaitetta ja siihen liittyviä tietoja. Yleisten tietojen (kuten nimi, sarjanumero, sekä mittalaitteen tyyppi) lisäksi mittalaitteesta on ilmoitettava mm. missä se fyysisesti sijaitsee (Location, esim. savupiipun päässä tai uunin polttoaineensyöttöaukossa), millä vaihteluvälillä mittalaite pystyy mittaamaan (MeasurementInstrumentRange), kuinka usein mittalaite kerää mittaustietoa (MeasurementInstrumentSamplingFrequency), kuinka usein mittalaite kalibroidaan (MeasurementInstrumentCalibration), sekä mittalaitteeseen mahdollisesti liittyvät epävarmuudet (MeasurementInstrumentUncertainty).



Kuva 17. Päästöjen tarkkailussa käytettävien mittalaitteiden tiedot

ConnectionPoint-elementti on suunniteltu kuvaamaan laitoksen fyysistä rakennetta, sekä kuvaamaan lähdevirtojen käyttöä eri päästölähteissä. Aiemmin laitoksen fyysisen rakenteen tieto on toimitettu kehittyneimmissäkin sähköisissä järjestelmissä vain liitetiedostona (esim. kuvana tai kirjallisena raporttina), mikä ei ole tiedon jatkokäsittelyn tai automaattisen analysoinnin kannalta kaikkein optimaalisin

tietomuoto. Oleellisesti laitoksen rakennetta kuvaa kolme eri tietoa: päästölähteet (*InstallationUnit*), käytetyt mittalaitteet (*MeasurementInstrument*), sekä poistoputket (*StackEmission*). Näiden elementtien suhteet määrittävät käytännössä laitoksen fyysisen rakenteen siltä osin, kun se päästöjen valvonnan kannalta on oleellista. Rakenteen lisäksi halutaan tietää, missä päästölähteessä kukin lähdevirta käytetään, eli esimerkiksi missä uunissa mitäkin puuta poltetaan. *ConnectionPoint*-elementtiin on tämän vuoksi lisätty viite lähdevirtaan (*SourceStreamReference*). *ConnectionPoint*-elementin kautta voidaan siis kuvata sekä laitoksen fyysinen rakenne, että myös päästölähteiden ja lähdevirtojen väliset suhteet. Näitä tietoja tarvitaan mm. todennettaessa päästölähteiden ja lähdevirtojen tarkkailun riittävä tarkkuus. *ConnectionPoint* -elementtiä voidaan toistaa haluttu määrä, jotta kaikki tarvittavat laitteet, päästölähteet ja lähdevirrat, sekä niiden väliset suhteet voidaan kuvata.



Kuva 18. Stationäärisen laitoksen fyysisen rakenteen määrittelyyn käytettävä *ConnectionPoint*-elementti

Viimeiseksi stationääristen laitosten yleisissä tiedoissa määritellään niin sanottu poistoputki (*StackEmission*), joka on käytännössä mikä tahansa kaasun välitykseen käytetty kanava, jonka kautta kulkee useamman kuin yhden päästölähteen tuote (esim. savupiippu joka toimii kolmen eri uunin savupiippuna). Poistoputkeen liittyvät tiedot ilmaistaan *StackEmissions*-elementissä, joka sisältää mm. päästöputken nimen, sekä referenssit niihin päästölähteisiin, joista syntyvät tuotteet se kanavoi. Poistoputkilla on erityinen tehtävä liittyen jatkuvatoimisiin päästömittausjärjestelmiin, joita käsitellään tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

4.3.6 Stationääristen laitosten tarkkailumenetelmät

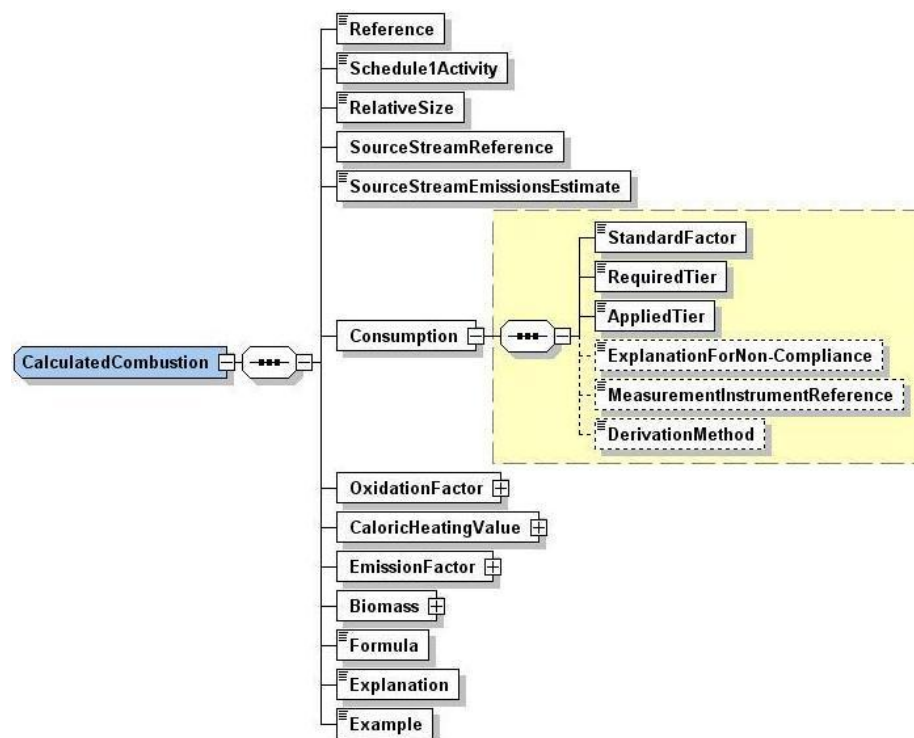
Riippuen laitoksen toiminnasta, sen tulee tarkkailla ja raportoida kasvihuonekaasupäästöjään eri tavoilla. Tarkkailusuunnitelma on nimensä mukaisesti suunnitelma siitä, kuinka laitos aikoo tarkkailla päästöjä aiheuttavia toimintojaan. Hiilidioksidin ja typpioksiduulin tarkkailusuunnitelmat on eroteltu omiksi loogisiksi kokonaisuuksikseen, ja lisäksi myös hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin tarkkailun omaksi haarakseen. Nämä kolme menetelmää, sekä tärkeimmät niihin liittyvät tiedot käydään läpi tässä kappaleessa. Tässä yhteydessä mainittakoon, että typpioksidin valvontaan ja raportointiin liittyvä määrittästyö on tämän tutkimuksen kirjoitushetkellä viranomaisten taholta vielä kesken, joten sitä ei ole otettu tässä tutkimuksessa huomioon.

Riippumatta siitä mitä hiilidioksidin tarkkailumenetelmää laitos käyttää, ensimmäisenä ilmoitettavana kohtana on laitoksen koko kyseessä olevan kaasun päästö määrän suhteen (elementti `InstallationEmittingCategory`). Koot on jaettu MRG2007:ssä kolmeen eri luokkaan: A, B, ja C. A-luokkaan kuuluvien laitosten päästöt saavat olla keskimäärin enintään 50 kilotonnia fossiilisista lähteistä peräisin olevaa hiilidioksidia ennen hiilidioksidisiirtojen vähentämistä, B-luokkaan kuuluvilla yli 50 kilotonnia mutta enintään 500 kilotonnia, ja C-luokkaan yli 500 kilotonnia [7]. Luokka määräytyy edellisen vuoden päästö määrän mukaan, tai arviona kokonaispäästöistä jos toimintaa ei ole aiemmin ollut. Se, mihin luokkaan laitos kuuluu määrää käytännössä sekä tarkkailusuunnitelmassa ilmoitettavien asioiden pakollisuuden, että tarkkailun ja mittaamisen epävarmuuden raja-arvon, jota laitoksen on noudatettava vuotuisten kokonaispäästöjen osalta (A-luokka 7,5 %, B-luokka 5,0 %, ja C-luokka 2,5 %). Huomattavaa on, että mitä vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä laitos vuosittain tuottaa, sitä epätarkempaa sen suorittama päästöjen tarkkailu saa olla. Tämä on luonnollinen seuraus siitä matemaattisesta faktasta, että keskimääräinen kansallinen kokonaispäästöjen arviointi on sitä epätarkempaa, mitä epätarkemmin suurimpia päästöjä tuottavat laitokset omaa toimintaansa mittaavat. Siksi niitä laitoksia, joiden päästö määrä on hyvin suuri, halutaan tarkkailla kaikista tarkimmin.

Hiilidioksidipäästöjen (`MonitoringPlanDataCO2`) tarkkailumenetelmiä on viittä erilaista: kolme ns. standarditarkkailutapaa, poltosta aiheutuvat päästöt (combustion), prosessipäästöt (process), ja massatasemenetelmä (mass balance), sekä kaksi poikkeavaa menetelmää, jotka ovat katalyyttinen krakkaus (catalytic cracker) ja niin kutsuttu jatkuvatoiminen päästömittaussjärjestelmä (Continuous Emissions Measurement Systems, CEMS) [7]. Raportointiformaatin EUETSRequest-viestin tarkkailusuunnitelman (`MonitoringPlanDataCO2`) osassa on oma elementtinsä näille

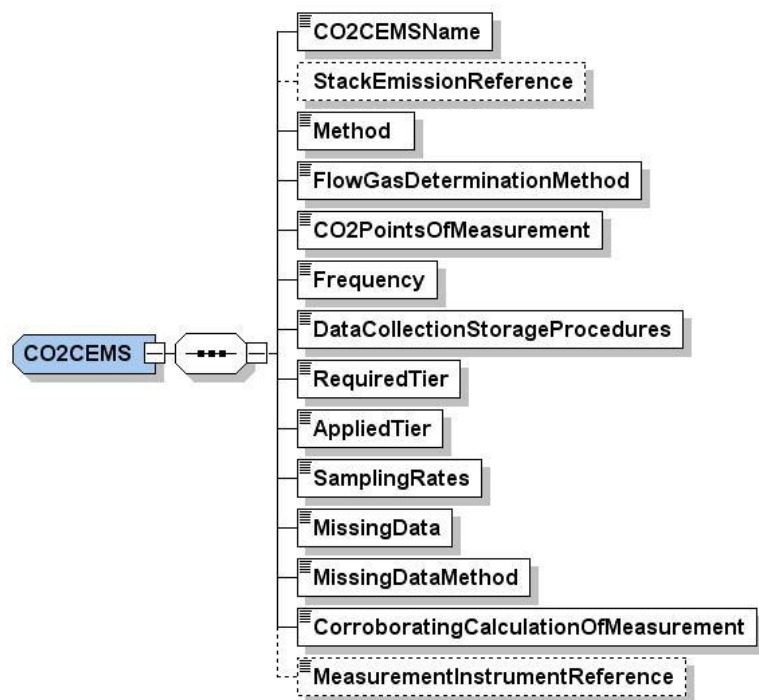
jokaiselle. Jokainen elementti sisältää vain ne tiedot, jotka MRG2007:ssä on määritetty ilmoitettavaksi ko. tarkkailumenetelmää käytettäessä.

Tarkkailumenetelmien erottelu toisistaan tekee tiedon esittämisestä rakenteellisesti huomattavasti selkeämpää ja ymmärrettävämpää. Lisäksi niiden elementeistä voidaan nähdä suora vertaavuus MRG2007:ään. Ratkaisu lisää taksonomian käytettävyyttä ja ymmärrettävyyttä erityisesti ei-teknisestä näkökulmasta, johon taksonomioiden suunnitteluohjeissa kehoitetaan nimenomaan pyrkimään [29]. Esimerkkinä tästä ratkaisusta kuvassa 19 esitellään polttoon liittyvien hiilidioksidipäästöjen tarkkailumenetelmä. Polttoprosessin ollessa kyseessä, tulee ilmoittaa kulutus (Consumption), hapettumiskerroin (OxidationFactor), (tehollinen) lämpöarvo (CaloricHeatingValue), päästökerroin (EmissionFactor), sekä biomassan osuus (Biomass). Kaikki nämä sisältävät samat elementit kuin kulutus (Consumption). Tärkeimpänä tietona edellä mainituille tekijöille ovat vaadittu määrittämistaso (RequiredTier) ja sovellettu määrittämistaso (AppliedTier). Määrittämistasot kertovat millä tarkkuudella kyseistä tekijää käytännössä mitataan. Tämän tiedon pohjalta voidaan arvioida mm. päästöjen mittaamisen ja laskennan luotettavuutta, sekä virhemarginaaleja.



Kuva 19. Esimerkki tarkkailumenetelmien toteutuksesta

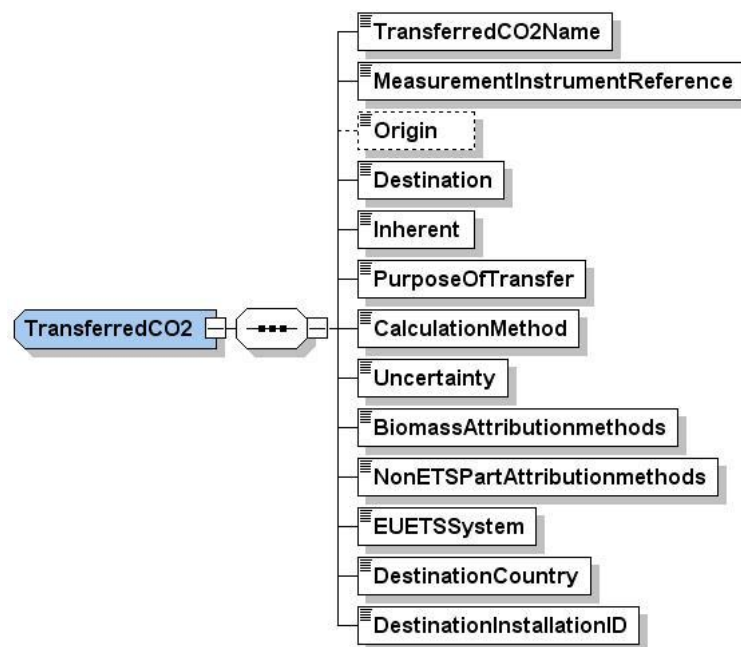
Aiemmin mainittu jatkuvatoiminen päästömittausjärjestelmä on hiilidioksidipäästöjen mittaamisen osalta esitetty kuvassa 20. Jatkuvatoiminen päästöjenmittaus kohdistuu aina poistoputkeen, johon viitataan `StackEmissionReference`-elementissä. Jatkuvatoimisen mittauksen tärkeimpiä tietoja vaaditun ja sovelletun määrittämistason lisäksi on mm. tapa, jolla tarkkailu suoritetaan (`Method`), mittauksen toistoväli (`Frequency`), mittauspiste(et) (`CO2PointsOfMeasurement`), sekä tietojen keräys- ja tallennusmenettelyt (`DataCollectionStorageProcedures`). Näiden tietojen lisäksi toiminnanharjoittajaa vaaditaan ilmoittamaan sekä vaadittu määrittämistaso (`RequiredTier`), että sovellettu määrittämistaso (`AppliedTier`). Jos dataa ei syystä tai toisesta ole pystytty mittaamaan, tai sitä ei ole ollut saatavilla, pitää näiden osalta ilmoittaa mitä tietoa puuttuu (`MissingData`) ja miten päästöt määritetään siltä osin, kun dataa ei ole saatavilla (`MissingDataMethod`).



Kuva 20. CO2CEMS-elementti hiilidioksidin jatkuvatoimisen päästömittausjärjestelmän tietojen ilmoittamiseen

Kasvihuonekaasujen tarkkailusta ja raportoinnista määrävässä regulaatiossa määrätään erikseen siirretyn hiilidioksidin tarkkailusta, joten sitä varten on raportointiformaattiin tehty oma tarkkailuosansa muiden hiilidioksidin liittyvien tarkkailumenetelmien yhteyteen, `TransferredCO2`, joka on esitetty kuvassa 21.

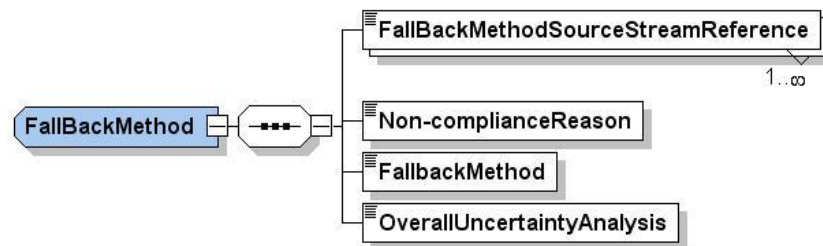
Jokaiselle (sisään- tai ulospäin) siirrettävälle hiilidioksidivirralle täytyy ilmoittaa mm. minkälaisella mittalaitteella siirrettyä hiilidioksidia tarkkaillaan (MeasurementInstrumentReference), mistä ja mihin hiilioksidia siirretään (Origin ja Destination), missä määrin siirrettävä hiilidioksidi on polttoaineeseen sitoutunutta (Inherent), sekä mitä epävarmuutta siirrettävään hiilidioksidin mittaamiseen liittyy (Uncertainty).



Kuva 21. Siirretyn hiilidioksidin tarkkailuun liittyvät tiedot

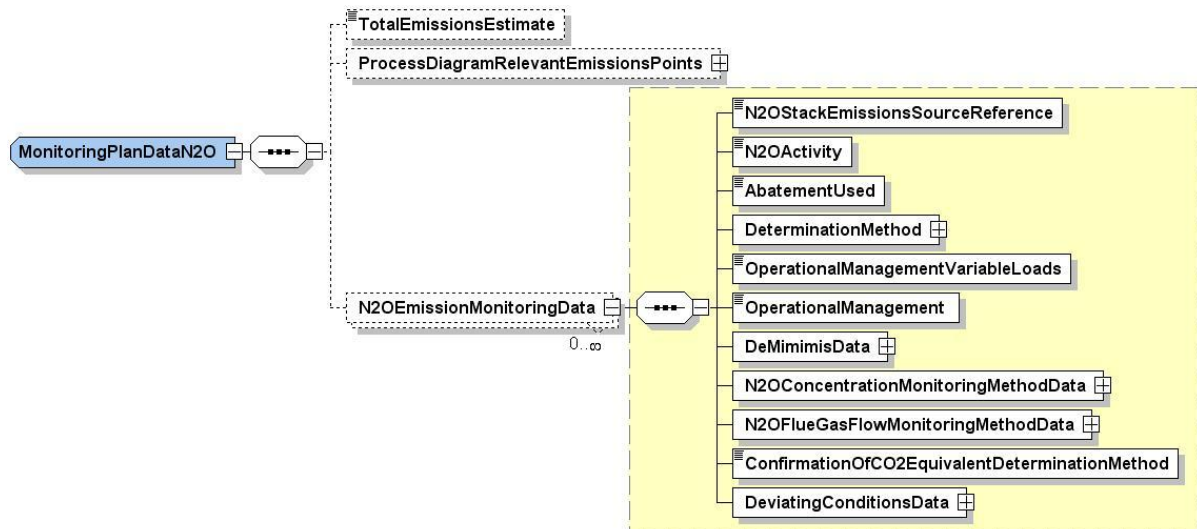
Regulaatiossa määriteltyjen standardimuotoisten tarkkailumenetelmien lisäksi on mahdollista käyttää ns. omaa tarkkailumenetelmää (FallbackMethod), mutta tähän tulee ryhtyä vain, jos jonkun lähdevirran määrittäminen ei onnistu riittävällä tarkkuudella, tai riittävän tarkkuuden saavuttaminen johtaisi kohtuuttomiin kustannuksiin. Oman menetelmän käyttöä on pyritty vähentämään määräämällä, että jos omaa menetelmää joudutaan käyttämään yhdenkin lähdevirran tarkkailuun, pitää kaikkia lähdevirtoja tarkkailla omalla menetelmällä. Oman menetelmän käyttö on erittäin raskas prosessi erityisesti raportointivaiheessa, koska erilaisia laatutallenteita vaaditaan enemmän kuin standardeja tarkkailumenetelmiä käytettäessä. Tästä syystä omaa menetelmän käyttö on verrattain harvinaista. Jos siihen ryhdytään, on tarkkailusuunnitelmassa kuitenkin ilmoitettava (ks. kuva 22) mitä (yhtä tai useampaa) lähdevirtaa ei voida tarkkailla riittävällä tarkkuudella.

(FallbackMethodSourceStreamReference), miksi riittävää tarkkuutta ei saavuteta (Non-complianceReason), minkälaista omaa menetelmää käytetään (FallbackMethod), sekä oman menetelmän käytön epävarmuudet (OverallUncertaintyAnalysis).



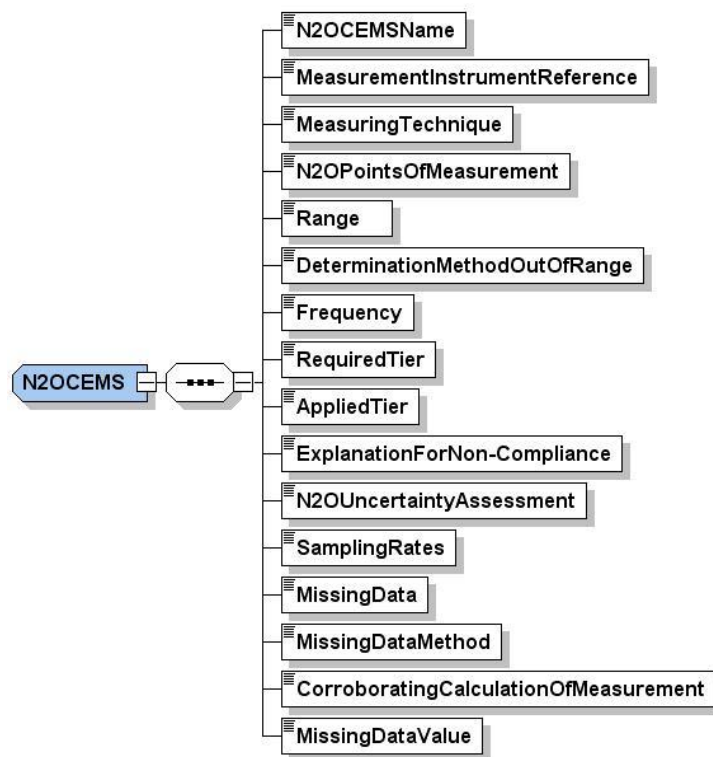
Kuva 22. Oman tarkkailumenetelmän tiedot

Typpioksiduulin tarkkailusuunnitelma (MonitoringPlanDataN2O) liittyy oleellisesti aina yhteen tai useampaan poistoputkeen. Tämä johtuu siitä, että päästöjen valvonnan kannalta oleellisilta osin typpioksiduulipäästöjä mitataan tällä hetkellä vain jatkuvatoimisilla päästömittausjärjestelmillä. Tärkeimpiä typpioksiduulipäästöjen tarkkailuun liittyviä tietoja on mm. laitoksen aktiviteetin määrittäminen (N2OActivity), joka voi olla joko typpihapon (nitric acid), adipiinihapon (adipic acid), glyoksaalin ja glyoksyylihapon (glyoxal and glyoxylic acid), tai kaprolaktaamin (caprolactam acid) tuottaminen. Jos laitos tuottaa useampia edellä mainituista, tulee sen täyttää jokaiselle aktiviteetille erikseen ko. aktiviteetin tarkemmat tiedot sisältävä N2OEmissionMonitoringData-elementti. Muita oleellisia tietoja typpioksiduulin tarkkailun osalta ovat mm. määritystasoon liittyvät tiedot käytettyjen materiaalien koostumuksesta ja määrästä (sisältyvät kompleksiseen DeterminationMethod-elementtiin), typpioksiduulin tuottoprosessin käyttäytyminen eri tuottoasteilla (OperationalManagementVariableLoads ja OperationalManagement), menetit vähämerkityksellisten ja erittäin vähämerkityksellisten lähdevirtojen arviointiin (DeMimimisData), sekä selvitys typpioksiduulipäästöjen arvioidusta määrästä mahdollisten normaalista poikkeavien tuotanto-olosuhteiden aikana (DeviatingConditionsData).



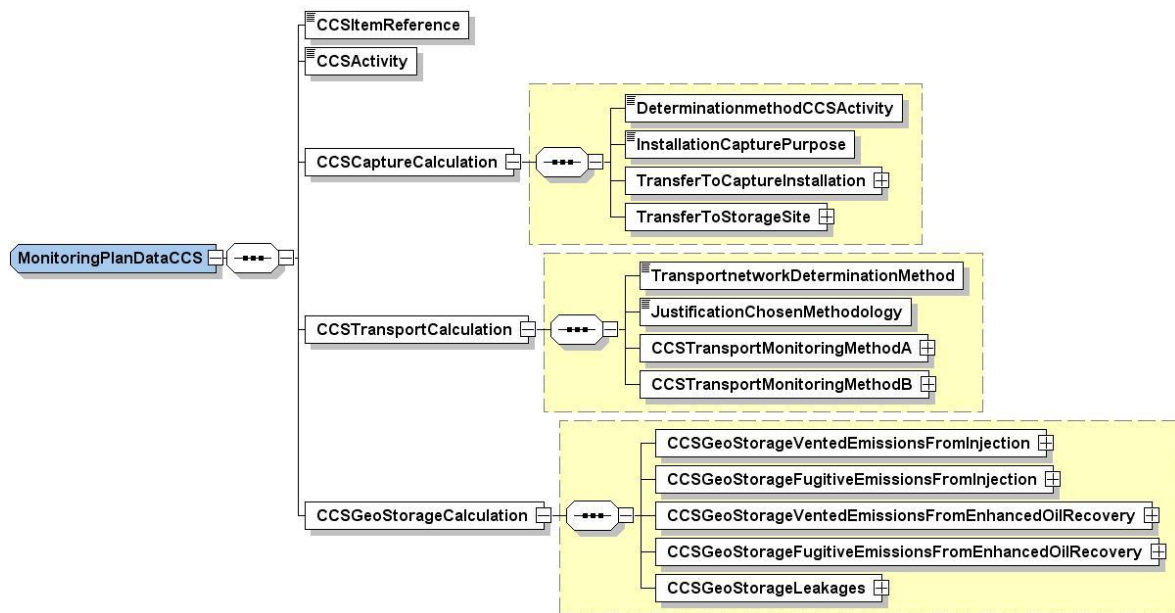
Kuva 23. Tiedot typpioksiduulipäästöjen tarkkailusta

Typpioksiduulin tarkkailumenetelmiä on kolmea erilaista: massatasemenetelmä, poikkeava massatasemenetelmä typpihapolle, sekä jatkuvatoiminen päästömittausjärjestelmä typpioksiduulille. Massatasemenetelmässä määritetään vain typpioksiduulin laskentametodi, päästö määrä tapauksessa jossa laskentametodia ei voi käyttää, sekä vaadittu ja sovellettu määrittämistaso. Typpihapon poikkeava tarkkailumenetelmä perustuu virtaukseen, virtauksen sisältämään typpihappomäärään, sekä osoitukseen virtauksen suhteellisesta homogeenisyydestä, jotta mittaus- ja laskentatulokset voidaan perustella. Jatkuvatoiminen päästömittaus perustuu pitkälti hiilidioksidin vastaavaan, mutta pienillä muutoksilla. Typpioksiduulin jatkuvatoimisen tarkkailun tiedot on esitelty kuvassa 24. Huomattavimpina eroina typpioksiduulin ja hiilidioksidin jatkuvatoimiselle päästömittauksella on typpioksiduulin mittauksessa ilmoitettavat tekijät `Range` (joka kertoo ko. mittausmenetelmän teoreettiset minimi- ja maksimi arvot mittaukselle, eli typpioksiduulikonsentraation arvot, joiden välillä mittausmenetelmään voidaan luottaa), `DeterminationMethodOutOfRange` (jossa kuvataan tarkkailumenetelmää tilanteessa, jossa edellä mainitut minimi- tai maksimi arvot ylittyvät), sekä `UncertaintyAssessment` (joka sisältää perustelut määrittystason evaluoinnille).



Kuva 24. Typpioksiduulin jatkuvatoimisen päästömittauksen tiedot ilmoittava kompleksinen N2OCEMS-elementti

Hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin tarkkailu (`MonitoringPlanDataCCS`) jakautuu kolmeen eri tarkkailumenetelmään: talteenoton tarkkailuun (`CCSCaptureCalculation`), siirron tarkkailuun (`CCSTransportCalculation`), sekä varastoinnin tarkkailuun (`CCSStorageCalculation`) kuvan 25 mukaisesti. Laitoksen on mahdollista suorittaa joko yhtä tai useampaa näistä toiminnoista, mutta ei välttämättä yhtäkään. Jälkimmäisessä tapauksessa tämä osa tarkkailusuunnitelmasta jätetään luonnollisesti täyttämättä.



Kuva 25. Tiedot hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin tarkkailusta

Nimestään huolimatta talteenoton tarkkailulla tarkoitetaan sekä hiilidioksidin talteenottoa, että myös sitä seuraavaa hiilidioksidin siirtoa niin kutsuttuun varastointipaikkaan. Käytännössä talteenottoa tarkkaillaan jatkuvatoimisella päästömittauksella, joka typpioksiduulin tapaan eroaa hiukan hiilidioksidin vastaavasta menetelmästä. Hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin jatkuvatoimiseen päästömittaukseen liittyviä tietoja kuvaava CCSCEMS-elementti on esitelty kuvassa 26. Nämä tiedot on ilmoitettava mm. talteenoton määrää ilmoitettaessa. Lisäksi talteenotossa tulee ilmoittaa, minkälaisella menetelmällä hiilidioksidi otetaan talteen (*DeterminationmethodCCSActivity*), sekä talteenoton syy (*InstallationCapturePurpose*). Tärkeämpiä eroja tavanomaiseen hiilidioksidin jatkuvatoimiseen mittaukseen ovat mm. *DeterminationMethodConcentration* ja *CEMSFlowGasDeterminationMethod* -elementit, joita käytetään ilmaistaessa hiilidioksidikonsentraation ja savukaasuvirran määrittämiseen käytetyt menetelmät.



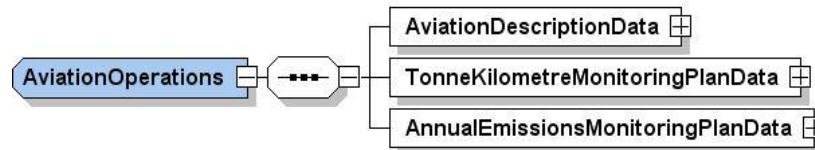
Kuva 26. Hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin jatkuvatoimisen päästöjenmittauksen tiedot

Siirron tarkkailu voidaan tehdä kahdella eri tavalla. Tavat ovat hiilidioksidin talteenotosta ja varastoinnista määräävässä regulaatiossa nimetty metodi A:ksi ja metodi B:ksi. Kentässä *JustificationChosenMethodology* tulee perustella syy valitun metodin käyttöön. Metodi A sisältää tarkkailun tilanteessa, jossa talteen otettu hiilidioksidi päätyy siirrettäväksi (*CCSTransferMonitoringIntoTransportNetwork*), sekä tarkkailun siinä vaiheessa, kun siirto on tarkkailua suorittavan laitoksen kannalta suoritettu (*CCSTransferMonitoringOutOfTransportNetwork*). Molempia tarkkaillaan hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin jatkuvatoimisella päästöjen mittauksella. Metodia B käytetään puolestaan silloin, jos metodia A ei syystä tai toisesta voida soveltaa (esim. tilanteissa, jossa jatkuvaluontoista päästöjenmittausta ei voida suorittaa vaikkapa siitä seuraavien kohtuuttomien kustannusten takia). Metodia B käytettäessä ilmoitetaan erilaisia tietoja mm. sattuneista tai mahdollisista hiilidioksidivuodoista, sekä muista epävarmuuksista siirtoon liittyen.

Varastoinnin tarkkailussa puolestaan tarkastellaan jo maaperään varastoitua hiilidioksidia. Tarkkailua vaativia toimintoja ja tapahtumia on viittä erilaista: ilmauksesta johtuvat päästöt ja vuotojen tarkkailu, öljyn keruuseen liittyvät ilmaukset ja vuotojen tarkkailu, sekä niin sanotuissa varastointikomplekseissa tapahtuvat hiilidioksidivuodot. Näistä neljää ensimmäistä tarkkaillaan hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin jatkuvatoimisella päästöjen mittauksella, mutta varastointikomplekseissa vuotojen osalta ilmoitetaan vain vuotojen määrittämisessä käytetyt menetelmät, määrittämiseen liittyvät epävarmuustekijät, sekä toimenpiteet tilanteissa, joissa epävarmuus ylittää maksimiepävarmuudeksi asetetun 7,5 %:n rajan.

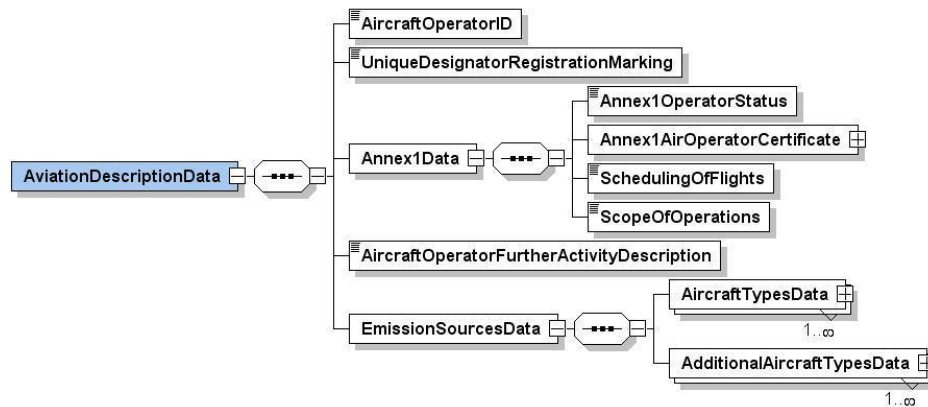
4.3.7 Ilmailutoiminnan tarkkailumenetelmät

Kuten aiemmin jo mainittiin, ilmailutoiminnan tarkkailumenetelmät on eroteltu stationäärisistä laitoksista. Ilmailutoiminnan tarkkailu jakautuu operaattoria koskevaan yleiseen informaatioon (*AviationDescriptionData*), tonnakilometritietojen tarkkailuosiioon (*TonneKilometreMonitoringPlanData*), sekä vuosittaisten päästöjen tarkkailusta ilmoitettaviin tietoihin (*AnnualEmissionsMonitoringPlanData*).



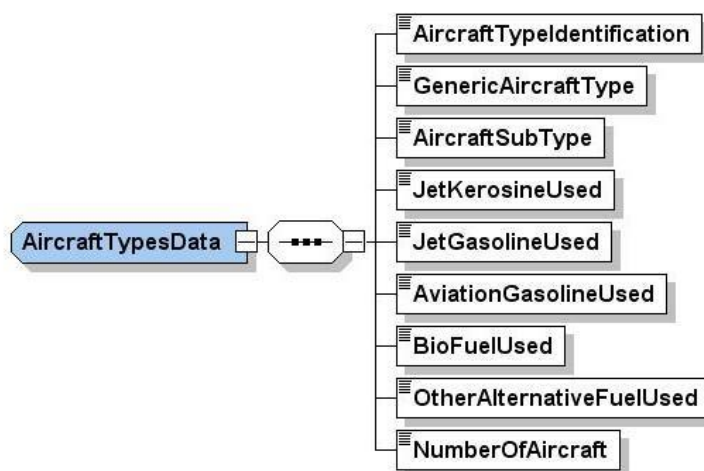
Kuva 27. Ilmailutoiminnan päästöjen tarkkailun pääelementit

Ilmailuoperaattorin yleisissä tiedoissa (Kuva 28) ilmoitetaan mm. stationääristen laitosten *OperatorID*-tunnusta vastaava ilmailuoperaattorin tunnus (*AircraftOperatorID*), joka on sama kuin kansallisesta päästökaupparekisteristä löytyvä tunnus operaattorille ja joka näin identifioi operaattorin kansainvälisesti. *UniqueDesignatorRegistrationMarking* puolestaan kertoo ilmailuviestinnässä käytetyn kutsutunnuksen, joka on niin ikään jokaiselle ilmailuoperaattorille uniikki. Kompleksisessa *Annex1Data*-elementissä (joka viittaa ilmailutoiminasta määräävän regulaation 2009/339/EC liitteeseen 1) ilmoitetaan, onko operaattori kaupallinen toimija vai ei (*Annex1OperatorStatus*), tekeekö operaattori säännöllistä liikennöintiä (*SchedulingOfFlights*), sekä kuvataan suoritettavan ilmailutoiminnan laajuutta (*ScopeOfOperations*).



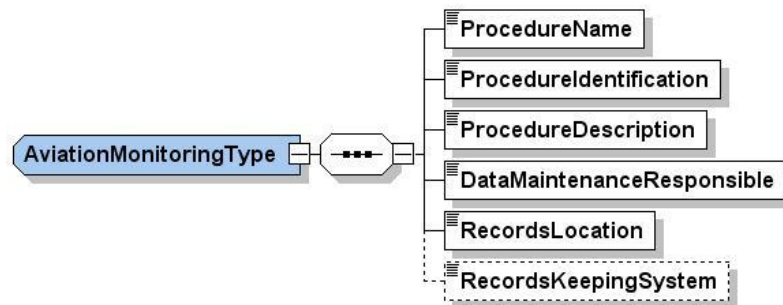
Kuva 28. Ilmailuoperaattorin yleiset tiedot

Ilmailutoiminnassa päästölähteitä ovat luonnollisesti kaikki operaattorin käyttämät ilma-alukset, joista tulee aina ilmoittaa mm. seuraavat tiedot (Kuva 29): ilma-aluksen tyyppi ja alatyyppi (AircraftTypeIdentification ja AircraftSubType), käytetäänkö aluksessa lentopetrolia, bensiininomaista lentopetrolia, lentobensiiniä, tai biopolttoaineita (JetKerosineUsed, JetGasolineUsed, AviationGasolineUsed, ja BioFuelUsed), sekä montako tiedoiltaan vastaavaa ilma-alusta operaattori toiminnassaan käyttää (NumberOfAircraft).



Kuva 29. Yksittäisten ilma-alusten tiedot

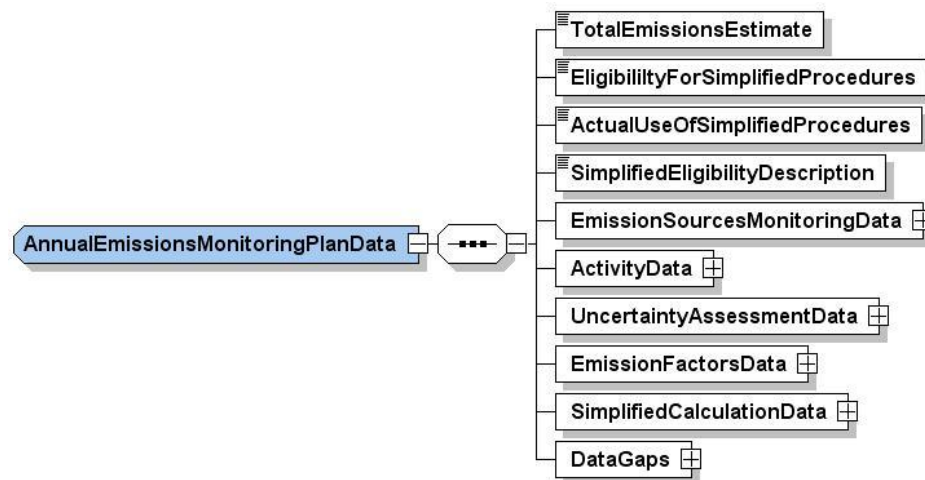
Tonnikilometrillä tarkoitetaan yhden kilometrin matkan kuljetettua tonnin hyötykuormaa. Operaattorin on ilmoitettava tonnikilometritietojen tarkkailuosiossa (TonneKilometreMonitoringPlanData) mm. millä tavalla ja minkälaista tietoa se kerää tarkkaillakseen toimintaansa. Nämä tiedot ilmoitetaan esim. matkustajien, matkatavaroiden, postin, sekä rahdin osalta. Koska monet ilmailutoiminnan eri osa-alueiden tietojen keräykseen liittyvät tiedot ovat luonteeltaan samanlaisia, sekä niiden kuvaamiseen tarvittavat tiedot yhteneviä, raportointiformaatissa tietojen ilmoittaminen tehdään soveltuvilta osin käyttäen kuvassa 30 esitettyä datarakennetta. Ilmoitettavia tietoja ovat mm. tietojenkeräysmenetelmän kuvaus (ProcedureDescription), sekä tietojen keräämisestä vastuussa olevan henkilön tai osaston tiedot (DataMaintenanceResponsible).



Kuva 30. Ilmailutoiminnan tarkkailuun liittyvän tiedonkeräyksen tiedot

Ilmailutoimintaoperaattorin kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailun tiedot ilmoitetaan AnnualEmissionsMonitoringPlanData-elementissä. Kuvassa 31 esitetään päästöjen tarkkailuun liittyvien tietojen pääosa-alueet. Näitä ovat mm. ilmoitus kelpoisuudesta yksinkertaistettuun päästöjen tarkkailuun (EligibilityForSimplifiedProcedures) ja selvitys kelpoisuudesta (SimplifiedEligibilityDescription). Jos ilmailutoiminta on tarpeeksi vähäistä, ei operaattorilta vaadita yhtä yksityiskohtaisia selvityksiä kuin laajamittaista ilmailutoimintaa harjoittavalta operaattorilta. Kuten aiemmin on esitetty, vastaavaa tapaa luokitella operaattori päästöjen suuruuden mukaan käytetään myös stationäärisillä toiminnanharjoittajilla. ActivityData-elementissä kuvataan mm. polttoaineen kulutukseen liittyvät mittaukselliset tiedot ja -menetelmät, sekä polttoaineen käyttöön liittyvät poikkeavuudet. UncertaintyAssessmentData sisältää kuvauksen niistä epätarkkuuksista ja syistä epätarkkuuteen, jotka liittyvät polttoaineiden käyttöön ja seurantaan, sekä tietojen keräyksessä käytettyihin menetelmiin ja

prosesseihin. Lisäksi kaikki toiminnot, joita käytetään silloin, kun tarkkaa mittausdataa tai vastaavaa tietoa ei ole tarjolla ilmoitetaan DataGaps-elementin alla.

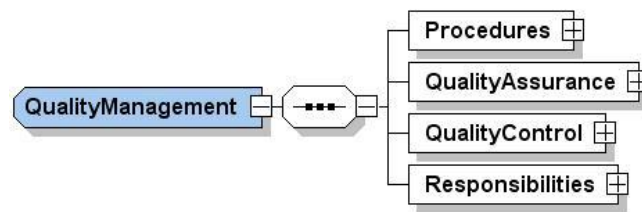


Kuva 31. Ilmailutoiminnan päästöjen tarkkailuun liittyvät tiedot

4.3.8 Laadun tarkkailu ja valvonta

Tärkeä osa kasvihuonekaasupäästöjen valvontaan liittyvistä todisteista, jotka toiminnanharjoittajan pitää esittää päästöjä aiheuttavien toimiensä tarkkailuun liittyen, ovat laadun tarkkailuun ja valvontaan liittyvät toimet ja prosessit, osoittaakseen suorittamiensa tarkkailutoimien soveltuvuuden ja kerättyjen tietojen riittävän tarkkuuden. Erilaiset toiminnan laatuun ja sen tarkkailuun liittyvät asiat raportoidaan QualityManagement-elementissä.

Laadun tarkkailu ja valvonta jakautuu kuvan 32 esittämällä tavalla neljään eri pääosa-alueeseen: laatutoimiin liittyvien menetelmien ja toimintatapojen kuvaus (Procedures), selvitykseen laadunvarmistuksesta ja käytössä olevista prosesseista (QualityAssurance), laadunvalvontaan liittyvien toimien esittelyyn (QualityControl), sekä kuvaukseen vastuista (mm. hierarkkinen laatuorganisaatio) edellä mainittuihin laatutoimiin liittyen (Responsibilities).

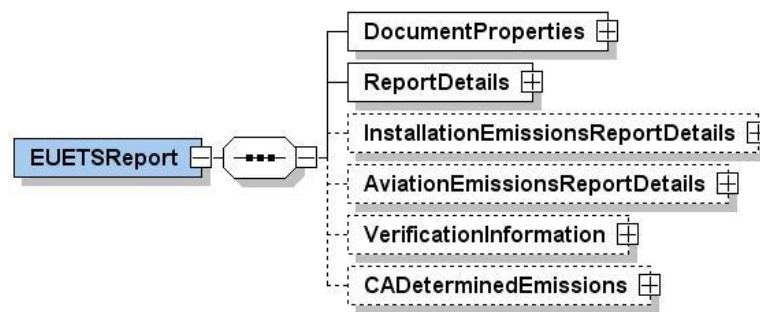


Kuva 32. Laadun tarkkailun ja valvonnan pääosa-alueet

Procedures-osiossa toiminnanharjoittaja voi kuvata mm. käytettävien menetelmien standardienmukaisuuden, sekä mahdolliset poikkeavuudet yleisesti hyväksytyistä laatustandardeista. QualityAssurance puolestaan kattaa näytteenoton ja/tai laboratoriotimien kautta kerätyt tiedot, sekä mahdollistaa yksityiskohtaisten tietojen raportoinnin molemmista. QualityControl sisältää käytännössä yhteenvedon kaikista laadunvalvonnan toimista, sekä referenssit toiminnanharjoittajan sisäiseen dokumentaatioon laadunvalvontaan liittyen, joita todentaja usein käy läpi päästöraporttia todentaessaan. Toiminnanharjoittajan sisäisen dokumentaation määrittely auttaa todentajaa löytämään helposti kaiken tarvitsemansa dokumentaation laadunvalvontaan liittyen. Lopuksi Responsibilities-osassa kuvataan koko toiminnanharjoittajan laatuorganisaatio ja siihen liittyvät henkilöt.

4.4 Kasvihuonekaasupäästöjen raportointi ja todentaminen

Raportointiformaatin EUETSReport-viestiä käyttämällä voidaan suorittaa vuosittainen kasvihuonekaasupäästöjen raportointi, sekä toimittaa raportin todentamiseen liittyvät lisätiedot. Kuva 33 havainnollistaa EUETSReport-viestin sisällön jakautumista eri pääosa-alueisiin. Käytännössä toiminnanharjoittaja ilmoittaa päästöraportissa kokonaispäästöt kasvihuonekaasuja aiheuttaneista toiminnoistaan, sekä tehdyt laskelmat näihin tuloksien perusteeksi. EUETSReport on jaettu operaattoritietojen osalta jaettu kahteen osaan, stationäärisiin laitoksiin ja ilmailutoimintaan, samaan tapaan kuin EUETSRequest-viestikin. Lisäksi stationääristen laitosten osalta eri kaasuille ilmoitetaan tarkemmin mistä ja millä tavalla päästöt ovat aiheutuneet.



Kuva 33. EUETSReport-viestin jakautuminen eri osa-alueisiin

EUETSReport-viestin tärkeimmät osa-alueet on esitelty tarkemmin seuraavassa.

4.4.1 Dokumentin tiedot

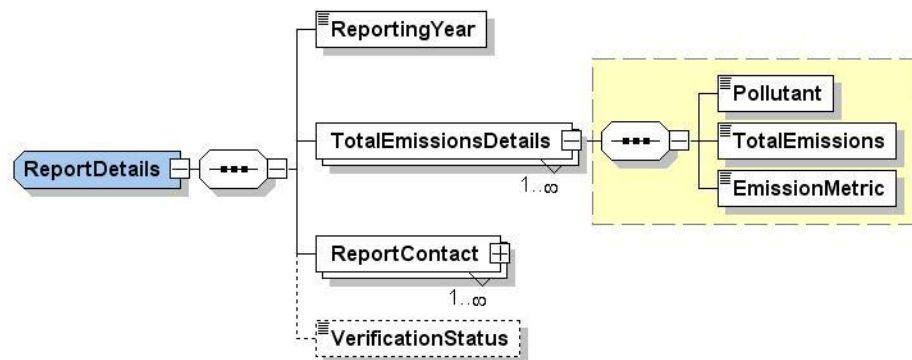
Käytännössä `DocumentProperties`-elementin sisältö on EUETSReport-viestissä täysin sama kuin EUETSRequest-viestissäkin. `ParentDocumentReference`-kenttää käytetään samaan tapaan kuin EUETSRequest-viestissäkin – viittauksena siihen EUETSRequest-viestiin (eli päästölupaan tai tarkkailusuunnitelmaan), jota päästöraportti koskee. Viittaus on raportissa pakollinen, koska raportin sisältö määräytyy tarkkailusuunnitelman sisällön mukaisesti, eikä viestejä käsittelevä järjestelmä pysty ilman viittausta tarkistamaan automaattisesti viestien sisältöjen vastaavuutta.

Tässä kohtaa voidaan myös huomioida, että raportointiformaatti ei ota mitään kantaa raportoinnin suorittamishetkeen, eli raportointiformaatin kannalta raportointi voidaan suorittaa milloin vain, kunhan tarkkailusuunnitelma on olemassa. Näin ollen aiemmin esiteltyihin prosesseihin voidaan periaatteessa tehdä joko kansainvälisiä tai kansallisia muutoksia, ilman että raportointiformaattia tarvitsisi tähän liittyen muokata kovin laajasti.

4.4.2 Raportin yleiset tiedot

Kuvassa 34 esitetyn päästöraportin yleisissä tiedoissa (`ReportDetails`) kerrotaan, mitä vuotta raportti koskee (`ReportingYear`), raportoidaan erikseen kaikkien eri tarkkailun alaisena olleiden kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt toistamalla tarpeen mukaan kompleksista `TotalEmissionsDetails`-elementtiä, joka sisältää kasvihuonekaasun koodin (`Pollutant`), ko. kaasun kokonaispäästömäärän lukuarvon (`TotalEmissions`), sekä lukuarvon yksikön (`EmissionMetric`). Tämän lisäksi ilmoitetaan vielä raportin yhteyshenkilö(t) (`ReportContact`), sekä todentamisen tila (`VerificationStatus`), joka

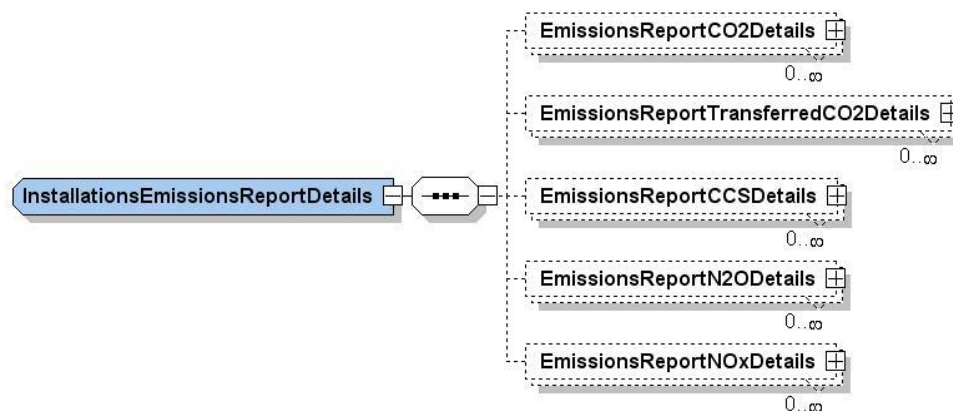
voi olla joko *todentamaton*, *suuria puutteita*, *pieniä puutteita*, tai *ei puutteita* (eli todentajan hyväksymä). Käytännössä *VerificationStatus* -kenttää ei päästöraportissa ole, ennen kuin todentaja on suorittanut päästöraportin todentamisprosessiin liittyvät tehtävät kokonaisuudessaan.



Kuva 34. Päästöraportin yleiset tiedot

4.4.3 Laitoksien raportoinnin yksityiskohdat

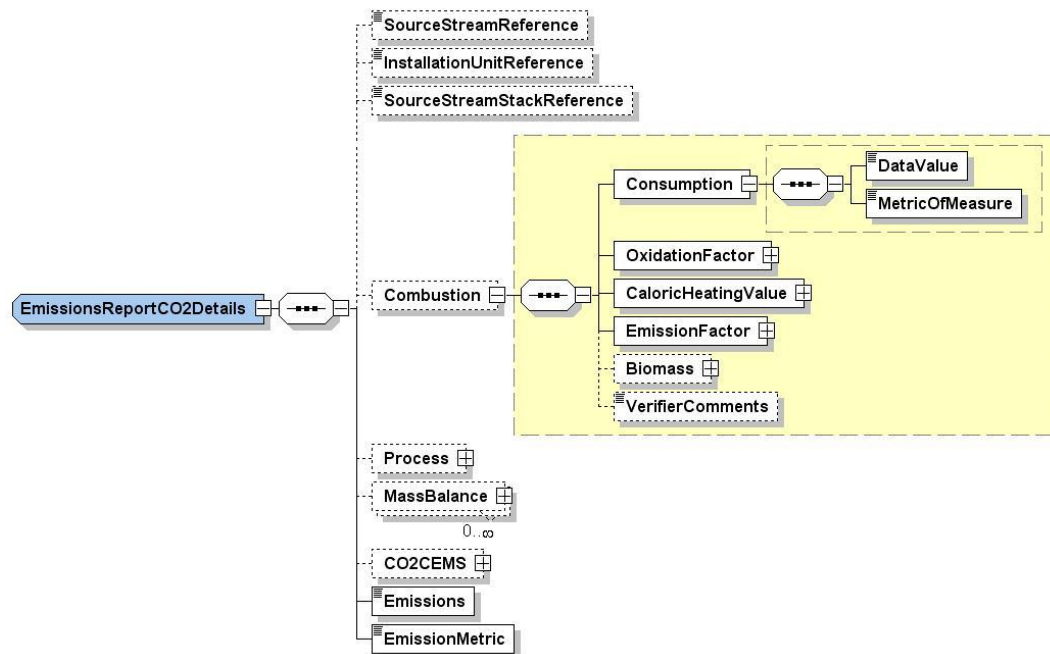
Stationääristen laitosten kasvihuonekaasupäästöjen tarkemman kuvauksen sisältävä *InstallationEmissionsReportDetails* jakautuu EUETSRequest-viestissä olevan kompleksisen *InstallationOperationDetails*-elementin tapaan eri kaasujen osalta erillisiin osiin (ks. kuva 35). Päästöjen tiedot kullekin kaasulle täytetään tarpeen mukaan, riippuen tarkkailusuunnitelmassa ilmoitetuista tiedoista.



Kuva 35. Stationääristen laitosten kasvihuonekaasupäästöjen raportointiosio

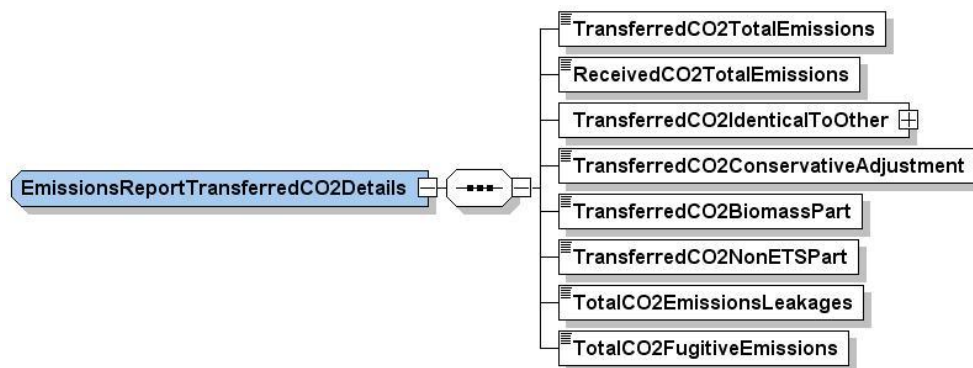
Tiedot eivät sisällä erikseen katalyyttista krakkausta, sillä sen osalta raportoidaan vain kokonaispäästöt. Tämä voidaan tehdä käyttämällä `EmissionsReportCO2Details`-elementtiä syöttäen tarvittavat päästölähde-, lähdevirta-, ja/tai poistoputkiviitteet, ja ilmoittamalla tämän jälkeen pelkät kokonaispäästöt `Emissions`-kentässä (ks. kuva 36).

`EmissionsReportCO2Details` mahdollistaa päästöjen tarkemman raportoinnin hiilidioksidin osalta. Sen sisältö on suunniteltu yhteneväksi EUETSRequest-viestin `MonitoringPlanDataCO2`-elementin kanssa. Kuvassa 36 on näytetty, kuinka `EmissionsReportCO2Details` jakautuu poltosta aiheutuvien (`Combustion`), prosessipäästöjen (`Process`), massatasemenetelmästä johtuvien (`MassBalance`), sekä jatkuvatoimisen päästömittausjärjestelmän (`CO2CEMS`) päästöjen raportointiin, samaan tapaan kuin EUETSRequest-viestin sisältämä `MonitoringPlanDataCO2`-elementti jakautui eri osa-alueisiin näiden tarkkailumenetelmien osalta. Jokaisen menetelmän osalta raportoidaan niin ikään yhtenevästi esim. kulutus (`Consumption`), hapettumiskerroin (`OxidationFactor`), (tehollinen) lämpöarvo (`CaloricHeatingValue`), päästökerroin (`EmissionFactor`), sekä biomassan osuus (`Biomass`). Näille ilmoitetaan niille laskettu arvo (`DataValue`), sekä arvon yksikkö (`MetricOfMeasure`). Suora vastaavuus tarkkailusuunnitelmaan on looginen tapa järjestää päästöraportin informaatio ja se myös helpottaa raportin sisällön ja siinä vaadittujen tietojen ymmärtämistä.



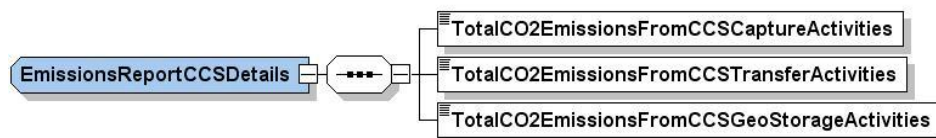
Kuva 36. Hiilidioksidipäästöjen tarkempi kuvaus

Siirretyn hiilidioksidin osalta raportointivaiheessa ilmoitetaan kompleksisessa EmissionsReportTransferredCO2Details-elementissä mm. seuraavat asiat: ulos- ja sisäänpäin siirretyn hiilidioksidin kokonaispäästömäärät (ReceivedCO2TotalEmissions ja TransferredCO2TotalEmissions), päästöjen korjaavat laskennat jos lähettävän ja vastaanottavan laitoksen arvot eroavat siirretyn hiilidioksidin osalta (TransferredCO2ConservativeAdjustment), sekä erittely siirrosta johtuvista vuotaneista hiilidioksidipäästöistä (TotalCO2EmissionsLeakages).



Kuva 37. Siirretyn hiilidioksidin raportointi

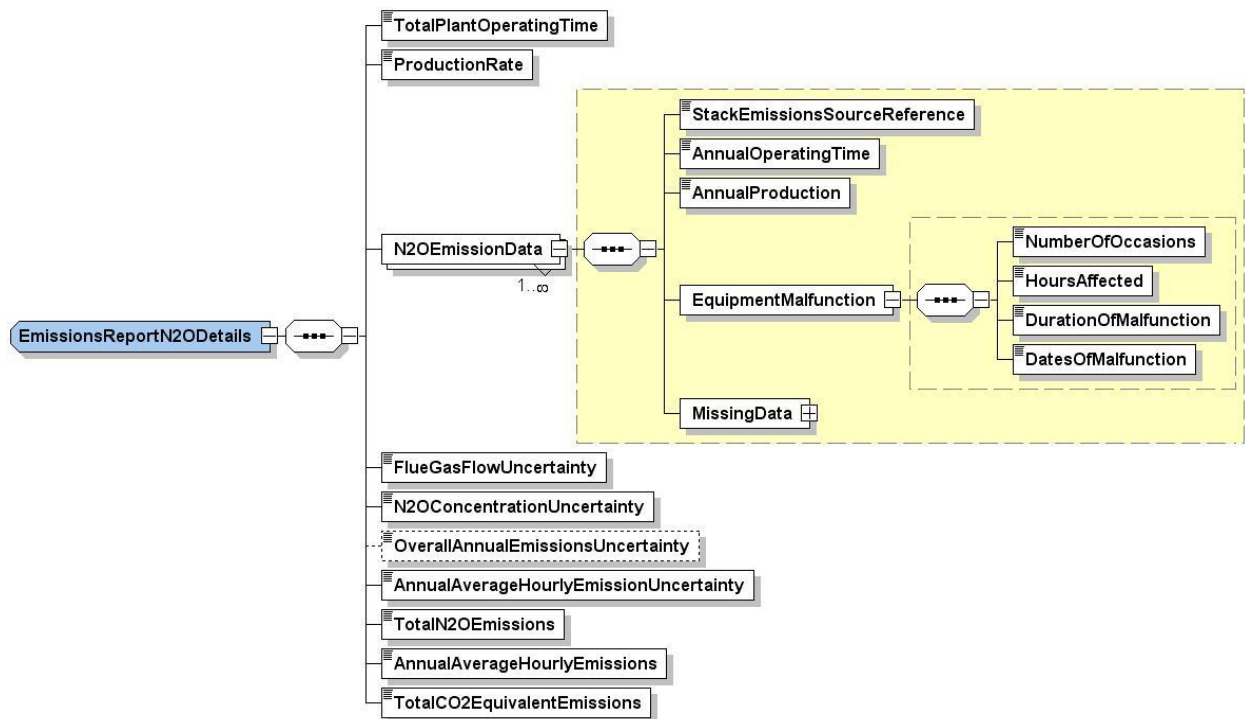
Hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin liittyen (EmissionsReportCCSDetails) liittyen regulaatio velvoittaa tällä hetkellä raporttiin sisällytettäväksi ainoastaan sanallisen selvityksen toiminnosta ja kokonaispäästöistä liittyen hiilidioksidipäästöjen talteenottoon (TotalCO2EmissionsFromCCSCaptureActivities), siirtämiseen (TotalCO2EmissionsFromCCSTransferActivities), että näiden jälkeiseen varastointiin (TotalCO2EmissionsFromCCSGeoStorageActivities).



Kuva 38. Raportin tiedot hiilidioksidin talteenotosta ja varastonnista

Typpioksiduulin (`EmissionsReportN2ODetails`) osalta on määrätty raportoitavaksi mm. seuraavat asiat (ks. kuva 39): laitoksen vuosittainen kokonaistoiminta-aika tunneissa (`TotalPlantOperatingTime`), sekä laitoksen keskimääräinen typpioksiduulin tuotto tunnissa (`ProductionRate`). Lisäksi on raportoitava prosentuaalisesta epävarmuuksista liittyen savukaasuvirtoihin (`FlueGasFlowUncertainty`), typpioksiduulipitoisuuksiin (`N2OConcentrationUncertainty`), kokonaispäästöihin, sekä keskimääräiseen typpioksiduulin tuntituottoon.

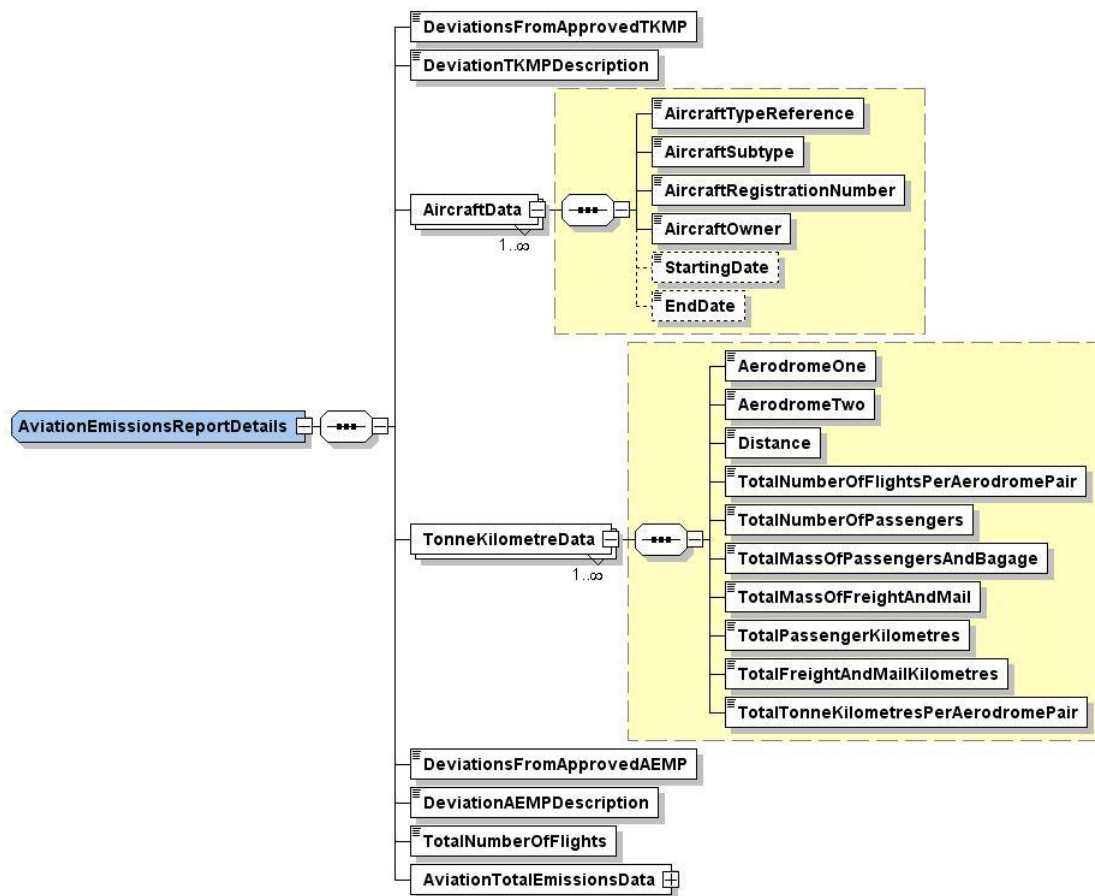
Kuten aiemmin mainittiin, typpioksiduulipäästöjä mitataan tällä hetkellä vain jatkuvatoimisella päästöjenmittauksella, joten tähän liittyen eri poistoputkista mitatut typpioksiduulipäästöt raportoidaan `N2OEmissionData`-elementin avulla. Jokaisen poistoputken osalta ilmoitetaan sen vuotuinen toiminta-aika (`AnnualOperatingTime`), kuinka paljon lopputuotetta sen kautta kulkee vuosittain (`AnnualProduction`), sekä toiminnot ja suoritettut laskelmat päästöjen osalta tapauksissa, jossa poistoputkeen kohdistetut mittauslaitteet ovat vikaantuneet (`EquipmentMalfunction`), dataa ei ole pystytty mittaamaan, tai sitä ei ole syystä tai toisesta ole ollut saatavilla (`MissingData`). Mittalaitteiden vikaantumisen ja datan puuttumisen tapahtuessa ilmoitetaan tällaisten tapahtumien lukumäärä (`NumberOfOccasions`), ajanjakso jona mittausdataa ei ole ollut saatavilla kokonaisarvona ja keskimäärin vikaantumista kohti (`HoursAffected` ja `DurationOfMalfunction`), sekä ne päivämäärät jolloin vikaantumiset tapahtuivat (`DatesOfMalfunction`).



Kuva 39. Typpioksiduulin raportointiin vaaditut tiedot

4.4.4 Ilmailutoiminnan raportointi

Säilyttäen raportoinnin vastaavuuden tarkkailusuunnitelmaan, ilmailutoiminnan kasvihuonekaasupäästöjen raportointi on jaettu EUETSRequest-viestiä mukaillen kolmeen osaan kuvan 40 esittämällä tavalla: käytettyjen ilma-aluksien raportointiin (*AircraftData*), tonnikipometritietoihin (*TonneKilometreData*), sekä ilmailutoiminnan aiheuttamiin kokonaispäästötietoihin (*AviationTotalEmissionsData*), joka esitetään tarkemmin kuvassa 41.



Kuva 40. Ilmailutoiminnan päästöraportti

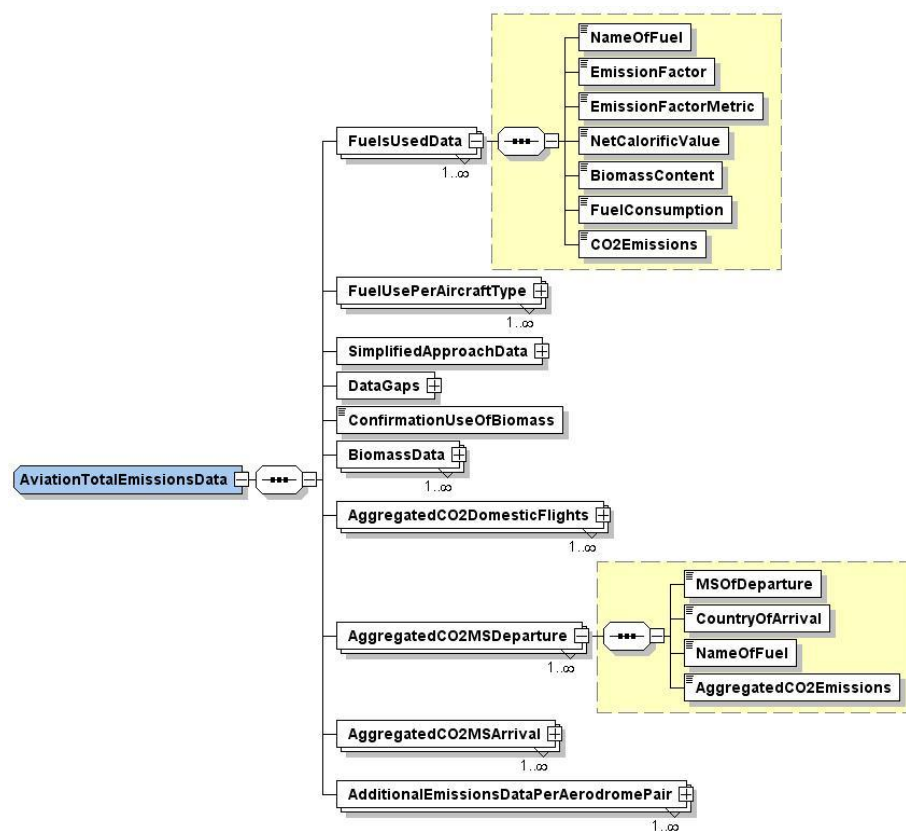
Kaikkien käytettyjen ilma-aluksien osalta raportoidaan mm. ilma-aluksen tyyppi ja alatyyppe (AircraftTypeReference ja AircraftSubtype), sekä rekisteröintitunnus (AircraftRegistrationNumber) ja käyttöajan alku- ja loppupäivämäärät (StartingDate ja EndDate). Lisäksi tonnikilometritietoihin liittyen raportoidaan mm. kaikki muutokset alkuperäiseen tarkkailusuunnitelmaan (DeviationsFromApprovedTKMP) ja annetaan selvitys muutoksien syystä (DeviationTKMPDescription). Lisäksi ilmoitetaan jokaisen lennetyn reitin, eli kahden pisteen (AerodromeOne ja AerodromeTwo) välillä suoritettua ilmailuliikenteen osalta mm. näiden pisteiden välinen matka (Distance), montako kertaa kyseessä olevien pisteiden välillä yhteensä liikennöitiin (TotalNumberOfFlightsPerAerodromePair), sekä matkustajien, matkatavaroiden, postin, ja rahdin kokonaispaino.

Ilmailutoimintaoperaattorin kasvihuonekaasupäästöjen raportointi aloitetaan niin ikään kaikkien alkuperäiseen tarkkailusuunnitelmaan tulleiden muutosten raportoinnilla (DeviationsFromApprovedAEMP) ja muutoksien syiden kuvauksella

(DeviationAEMPDescription). Muut kokonaispäästöihin liittyvät tiedot sisällytetään kompleksisen AviationTotalEmissionsData-elementin sisälle kuvan 41 mukaisesti. Sen alla raportoidaan mm. käytetyt polttoaineet (FuelsUsedData) ja polttoaineisiin liittyvät tiedot, kuten päästökerroin (EmissionFactor) ja nettolämpöarvo (NetCalorificValue), joihin perustuen päästöjen laskentaa suoritetaan.

Lisäksi raporttiin kuuluvat yhteispäästöt koti- (AggregatedCO2DomesticFlights) ja ulkomaanlentoille, jälkimmäiselle sekä lähtö- että saapumismaiden osalta (AggregatedCO2MSDeparture ja AggregatedCO2MSArrival).

Jos ilmailutoiminnanharjoittaja on kelpoinen käyttämään yksinkertaistettuja menetelmiä, johtuen esim. kohtuuttomista kustannuksista käytettäessä ns. standardeja tarkkailumenetelmiä, ilmoitetaan tiedot SimplifiedApproachData-elementissä. Näiden osalta ilmoitetaan vain lentojen lukumäärä kausittain sekä lentojen arvioitu kokonaispäästö määrä.



Kuva 41. Kokonaispäästöjen raportointiosio ilmailutoiminnasta

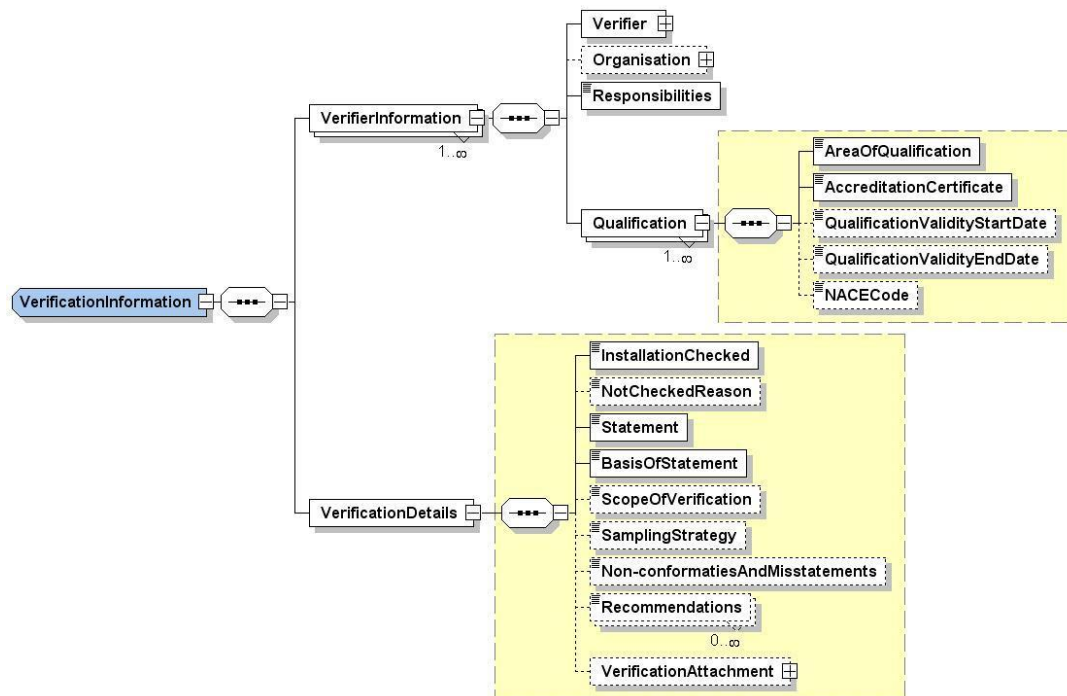
4.4.5 Todentajanlausuntoon liittyvät tiedot

Olennainen osa vuosittaisten kasvihuonekaasupäästöjen raportoinnin prosessia on päästöraportin todentaminen, eli raportin sisällöllisen informaation verifiointi. Todentamista on käsitelty aiemmin kappaleessa 2.2, joten siihen ei paneuduta tässä yhteydessä tarkemmin.

Kuva 42 havainnollistaa, kuinka todentajan vastuisiin kuuluvat tiedot esitetään päästöraportin todentajanlausunto-osiossa (*VerificationInformation*), joka jakaantuu kahteen osaan; selvitykseen verifiointiin osallisena olleista todentajista ja heihin liittyvistä tiedoista (*VerifierInformation*), sekä annetusta todentajanlausunnosta (*VerificationDetails*).

Todennettuaan toiminnanharjoittajan tuottamassa päästöraportissa olleet tiedot, todentamisen suorittanut henkilö lisää kiinteäksi osaksi päästöraporttia mm. verifiointin suorittaneen todentajan tiedot (*Verifier*) ja todentajan päävastuut ko. verifiointiin liittyen (*Responsibilities*). Lisäksi vaaditaan selvitys todentajan pätevyydestä suorittamiinsa verifiointin osiin (*Qualification*), johon kuuluvat mm. todentajan pätevyysalueen määrittely (*AreaOfQualification*), sekä todentajan sertifiointit tälle pätevyysalueelle (*AccreditationCertificate*).

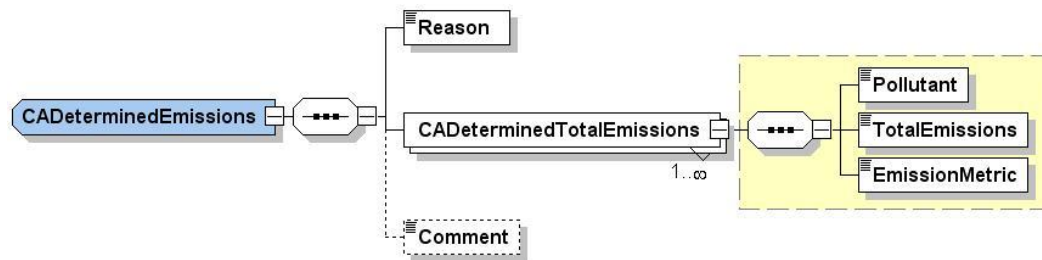
Todentajanlausunnossa puolestaan ilmoitetaan tarkastuksen lopputulos koko laitosta tai ilmailuoperaattoria koskien. Lausuntoon liittyvää informaatiota ovat mm. tieto siitä, onko todentaja vierailut laitoksen/ilmailuoperaattorin fyysisellä toiminta-alueella (*InstallationChecked*), lauselmä raportin tilasta (*Statement*) ja perustelu tälle lauselmalle (*BasisOfStatement*). Lisäksi voidaan ilmoittaa esim. tietoja tehdyn verifiointin laajuudesta (*ScopeOfVerification*) tai erilaisia suosituksia raporttiin, sen sisältöön, tai muihin jatkotoimenpiteisiin liittyen (*Recommendations*).



Kuva 42. Todentajanlausunnon tiedot päästöraportissa

4.4.6 Viranomaisen määrittämät päästöt

Joskus todentajanlausunnossa voidaan todeta päästöraportissa esitettyjen tietojen olevan niin laajasti puutteellisia, ettei todentamista ja tietojen tarkistusta voida suorittaa riittävällä tarkkuudella kokonaispäästöjen määrittämiseksi. Tällaisissa tapauksissa viranomaisen velvollisuutena on määrittää toiminnanharjoittajan kokonaispäästöt parhaan arvion mukaisesti. Raportointiformaatissa viranomaisen määrittämät päästöt voidaan ilmoittaa CADeterminedEmissions-elementissä, joka on esitetty kuvassa 43. Vaadittuja tietoja ovat mm. syy päästöjen määrittämiseen viranomaisen toimesta (Reason), sekä kokonaispäästöt kaikille viranomaisen määrittämille kasvihuonekaasuille (Pollutant ja TotalEmissions). Elementti TotalEmissions on numeroitu, eli se sisältää listan siihen sopivista arvoista, jotka ovat CO₂, N₂O, PFC, sekä NO_x. Ratkaisu tukee laajennettavuutta, koska elementille voidaan helposti määrittää uusia koodeja muille kaasuille, eikä näin ollen ole tarvetta muuttaa esim. rakennetta tai elementtien nimiä tältä osin.



Kuva 43. Viranomaisen määrittämien kokonaispäästöjen tiedot

4.5 Vaatimuksien täyttyminen

4.5.1 Euroopan Komission vaatimukset

Raportointiformaatille ennalta asetettuja vaatimuksia esiteltiin aiemmin kappaleessa 3.1. Näiden vaatimuksia täyttymistä käsitellään seuraavaksi tarkemmin.

Tärkein raportointiformaatille asetetuista vaatimuksista oli mahdollistaa vuosittainen kasvihuonekaasujen raportointi MRG2007:n mukaisesti ja tukea näin EU ETS -prosessia ja sen valvontaa sähköisessä muodossa. Tätä vaatimusta silmälläpitäen raportointiformaatin viestien suunnittelun lähtökohtana käytettiin EU ETS -prosessia, sekä MRG2007:n määräyksiä tarkkailusuunnitelman ja päästöraportin sisällöstä. Lisäksi tämän, sekä muiden vaatimuksien täyttymistä tarkkailtiin mm. työryhmän kokoontumisissa, joita ennen raportointiformaatin sen hetkinen versio lähetettiin työryhmään jäsenille kommentoitavaksi. Työryhmä järjesti kesällä 2009 myös testauksen, jossa eri maiden asiantuntijat ja viranomaiset täyttivät raportointiformaatin molemmat viestit oikealla, todellisesta tarkkailusuunnitelmasta ja päästöraportista kerätyllä datalla. Testauksen tuloksena muutamia raportointiformaatin yksityiskohtia muutettiin (mm. katalyyttiselle krakkaukselle lisättiin oma tarkkailusuunnitelma EUETSRequest-viestiin). Lisäksi puutteista raportointineiden maiden kanssa käytiin keskustelu tehdyistä muutoksista ja todettiin niiden soveltuvuus ratkaisuksi tunnistettuihin puutteisiin.

Raportointiformaatti on toteutettu XML:ään perustuvalla XBRL-merkintäkielellä, joka on XBRL International -konsortion kehittämä avoin standardi sähköiseen asiointiin. XBRL-teknologian valinta tehtiin työryhmään osallistuneen asiantuntijaorganisaation tekemän tutkimuksen perusteella ja hyväksyttiin työryhmässä. XBRL:n valintaa toteutusteknologiaksi puolsi lisäksi raportointiformaatille asetettu vaatimus olla tekniseltä toteutukseltaan mahdollisimman joustava ja laajennettava. Vaikka XML on itsessään jo suunniteltu helposti laajennettavaksi, XBRL lisää laajennettavuutta

entisestään, kuten kappaleessa 3.4.3 on esitetty. Joustavuuden ja laajennettavuuden maksimoimiseksi raportointiformaatille myös annettiin oma nimiavaruus: *ets*. Nimiavaruuden käyttö mahdollistaa raportointiformaatin eri osien uudelleenkäytön myös muualla, sekä helpottaa raportointiformaatin laajentamista kansalliseen erikoiskäyttöön, jos sellaiseen on tarvetta.

XBRL:n käyttö yhdessä toteutettujen viestien kanssa mahdollistaa myös läpinäkyvyyden koko raportointiprosessin läpi huolimatta siitä, missä ympäristössä viestejä käsitellään, tai tehdäänkö käsittely automaattisesti vai manuaalisesti. Huomioiden asetettu vaatimus läpinäkyvyydelle, raportointiformaatti kehitettiin EU ETS -prosessia vasten, minkä perusteella analysointiin tarvittavaa viestien määrää sekä sellaista informaation sisältöä, jota MRG2007:ssä ei erikseen mainita, mutta on tavalla tai toisella edellytys muulle vaaditulle tiedolle. Kaikki luvan, tarkkailusuunnitelman, raportoinnin, ja todentamisen kannalta olennainen tieto sisällytetään aina itse viestiin, joten myöhemmin on mahdollista suorittaa vertailuja esim. kasvihuonekaasupäästöjen muutoksista tai todentamisvaiheessa raportoiduista puutteista operaattorikohtaisesti, maakohtaisesti, tai koko Euroopan laajuisesti.

Huolimatta, tai pikemminkin johtuen kasvihuonekaasujen raportoinnista määräävien regulaatioiden monimutkaisuudesta, haluttiin itse raportointiformaatista tehdä mahdollisimman yksinkertainen ja jättää monimutkaisempi datan prosessointi (kuten tiettyihin tietokenttiin syötettävän datan aiheuttama muutos elementtien pakollisuudessa muualla ilmentymädokumentissa) viestejä käsittelevän järjestelmän tehtäväksi. Tästä johtuen skeemaa ei jaettu (fyysisesti) moneen osaan jokaisen sisällöltään erilaisen viestin kesken (esim. eri skeema ilmailutoiminnanharjoittajan ja stationäärisen laitoksen päästöraportille). Skeeman osittaminen olisi myös hankaloittanut sekä raportointiformaatin ylläpidettävyyttä, että erityisesti muutoshallintaa. Raportointiformaatin viestit suunniteltiin ensisijaisesti tukemaan EU ETS -prosessia, lisäksi huomioiden eri maiden toisistaan hiukan poikkeavat toimintatavat prosessin eri osa-alueiden toteutuksessa, jotta kynnys raportointiformaatin käyttöönottoon olisi mahdollisimman matala jokaisessa Euroopan maassa.

Lisäksi huomioitavaa on, että raportointiformaatti on teknisesti XBRL-taksonomia. Tämä tarkoittaa sitä, että se rakentuu XML-skeemasta ja siihen liitetyistä dokumenteista (tässä tapauksessa vain yksi), jotka määrittelevät kaikkien sillä toteutettavien viestien rakenteen ja sisällön. Viestien sisältö (esim. milloin jokin elementti on pakollista tietoa ja milloin ei) määritellään erikseen taksonomiaan liitetyssä dokumentissa, joka on selkokielen ja taulukkomuotoinen. Taulukossa listataan jokainen raportointiformaatin tietokenttä, sekä tieto siitä, missä tapauksissa

ko. tieto on pakollista ja milloin ei. Tämä johtuu siitä, että eritoten päästöluvan haussa ja raportoinnissa on hyvin monimutkaisia sääntöjä siitä, mitä informaatiota toiminnanharjoittajan tulee ilmoittaa tiettyjen ehtojen täytyessä siihen toimintaan liittyen, mistä kasvihuonekaasupäästöjä syntyy. Esimerkki tällaisesta on tilanne, jossa toiminnanharjoittaja mittaa kolmen eri polttouunin päästöt yhdestä savupiipusta erityisesti tähän tarkoitukseen suunnitellulla mittalaitteella. Päästöluvan haussa toiminnanharjoittajan tulee tällöin ilmoittaa tiedot jokaisesta uunista, niissä poltettavista seoksista, miten uuniin liittyviä tietoja (kuten lämpötilaa) mitataan, sekä mittalaitteen vastaavat tiedot. Savupiippu on tässä tapauksessa niin sanottu poistoputki (ja itse päästölähteinä ovat luonnollisesti polttouunit), jolloin toiminnanharjoittajan on tarkkailusuunnitelmassa kuvattava myös näiden kolmen polttouunin ja savupiipun fyysinen yhteys. Menettelytapa ja ilmoitettavat asiat olisivat erilaiset laitokselle, jossa on kolme polttouunia, mutta jokaisella niistä olisi oma savupiippunsa. Päästöluvassa ilmoitetut asiat vaikuttavat myös päästöraportissa ilmoitettaviin tietoihin, joten päästöluvan riippuvuudet, sekä sen ja raportoinnin välinen suhde ovat parhaimmillaankin erittäin kompleksisiä kokonaisuuksia.

Kuten yllä olevasta esimerkistä käy ilmi, ilmoitettavat tiedot ja erilaisten tietojen pakollisuus riippuvat monesta eri asiasta. Sen pikemmin XML-skeema kuin XBRL-taksonomiakaan eivät ole riittävän ilmaisuvoimaisia kuvaamaan tällaisia relaatioita, erityisesti tilanteissa, jossa yhteen tietokenttään tuleva lukuarvo määrittää muiden tietokenttien tietosisällön pakollisuuden [11] [29]. Näin ollen raportointiformaatin suhteen tehtiin tietoinen valinta jättää viestisisältöjen ja elementtien pakollisuuksien määrittely suurelta osin itse taksonomian ulkopuolelle, koska niitä ei voida yksiselitteisesti määrittää XBRL:n tai XML-skeeman säännöillä. Osalle elementeistä, esim. `SubmissionCode`, on kuitenkin määritetty pakollisuus, koska tiedetään, että ko. elementti on aina pakollinen huolimatta siitä, minkälainen tai kenen lähettämä viesti on kyseessä. Tällaista toteutustapaa (viestisisältöjen tarkempi määrittely skeeman liitteenä) on käytetty aiemminkin päästökaupan alalla, esim. päästökaupparekisterien välisen viestiliikenteen määrittävässä Data Exchange Standardissa [6] ja se on todettu toimivaksi käytännöksi. Myös raportointiformaatin ylläpidettävyys sekä muutoshallinta yksinkertaistuvat, kun monimutkaisimmat pakollisuusmäärittelyt on tehty selkokielisenä.

4.5.2 Työryhmän vaatimukset

Yksi raportointiformaatille esitetyistä vaatimuksista oli ottaa mahdollisuuksien mukaan huomioon eri sidosryhmien toiveet raportointiformaatin (teknisestä)

toteutuksesta. Seuraavassa esitellään oleellisimpia työryhmän esittämiä vaatimuksia ja käsitellään niiden johdosta raportointiformaattiin tehtyjä muutoksia.

Maat, kuten Suomi ja Saksa, joilla oli jo käytössä sähköinen järjestelmä päästöjen valvontaan, esittivät, että raportointiformaattiin sisällytettäisiin mahdollisuus merkitä ilmentymädokumentissa olevia tietoja salaisiksi. Salatulla tarkoitetaan tässä yhteydessä tietoa, jota toiminnanharjoittaja ei halua näytettävän julkisessa raportissa, jonka MRG2007 määrää julkaistavaksi jokaiselle toiminnanharjoittajalle vuosittain. Tällaista tietoa voi olla esim. tiettyyn toimintaan kehitetty mittausmenetelmä, joka tuottaa toiminnanharjoittajalle kustannussäästöjä ja sitä kautta liiketoimintaetua. Raportointiformaattiin ei kuitenkaan haluttu implementoida tiedon kryptaamista, sillä se olisi huomattavasti monimutkaistanut sen toteutusta ja käyttöä. Sen sijaan työryhmässä sovittiin, että koska viestejä käsittelevät järjestelmät ovat käytännössä aina viranomaisten hallinnoimia järjestelmiä, voidaan luottaa siihen, että salatuksi merkittyä tietoa käsitellään oikein. Lisäksi sähköisten asiointijärjestelmien voidaan olettaa käyttävän salattua yhteyttä, joten viestien sisältö ei ole vaarassa paljastua edes viestin lähetyksen tai vastaanoton aikana.

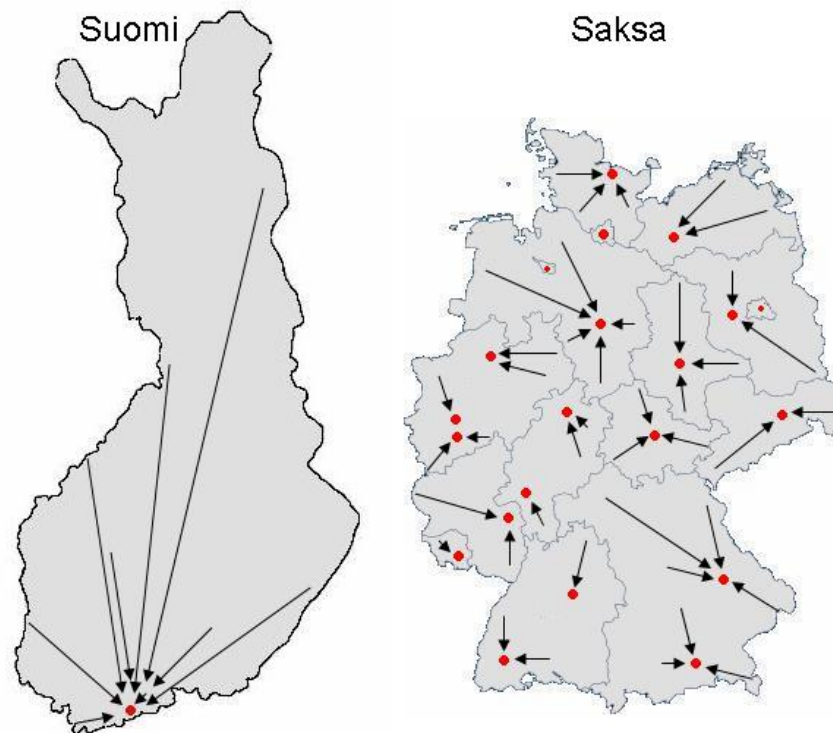
Salatun tiedon määrittämistä varten raportointiformaattiin lisättiin kaksi globaalia attribuuttia, jotka voidaan lisätä mille tahansa elementille ilmentymädokumentissa. Attribuuttien nimet olivat `ConfidentialityLevel` ja `ConfidentialityReason`. Edellinen ilmaisee salattavan tiedon astetta ja jälkimmäinen taas kertoo miksi tieto on merkitty salaiseksi. Jos elementin haluaa määritellä salatuksi, tulee siihen sisällyttää molemmat attribuutit. Viimekädessä viranomaisen kuitenkin päättää, onko toiminnanharjoittajan salatuksi merkitsemä tieto todellisuudessa salaamisen arvoista ja voi tarvittaessa myös muuttaa elementin salausta. Monesti asiointijärjestelmissä salattua tietoa halutaan merkitä eri tasoille, esim. eri käyttäjäryhmien nähtäväksi. Osan tiedoista saa nähdä ylläpitäjän lisäksi vain tiedon syöttäjä, kun taas toisissa tapauksissa ainoastaan tunnistamattomalta henkilöltä evätään päästy tietoon (vastaa julkista raporttia). Tästä syystä `ConfidentialityLevel` -attribuutti on toteutettu lueteltuna määritetyypinä, joita sillä on tällä hetkellä vain yksi; "Confidential". Eri salaustasoja on kuitenkin mahdollista lisätä helposti.

Toinen työryhmän vaatimus oli mahdollistaa kansallisten tietojen esittäminen ilmentymädokumentissa. Tällaisia tietoja voivat olla esim. käytössä olevan asiointijärjestelmän viestille antama käsittelytunnus tai viittaus muuhun metatietoon, tai tiettyyn tarkkailumenetelmään liittyvä lisätieto, jota ei voida muissa tietokentissä ilmaista. Tätä tarvetta varten raportointiformaattiin lisättiin kompleksinen elementti `AdditionalInformation`, joka sisältää elementit `AdditionalInformationDescription` ja `AdditionalInformationDetails`. Näistä edellinen kertoo tiedon nimen, eli tiedon

semanttisen merkityksen kansallisella tasolla, kun jälkimmäinen sisältää itse informaation. *AdditionalInformation* -elementtiä on lisätty eri kohtiin *EUETSRequest* ja *EUETSReport* -viestejä työryhmän pyyntöjen mukaisesti.

Lisäksi työryhmässä päätettiin, että raportointiformaatin käyttöönotosta huolimatta kansallinen vakiintunut toimintatapa pitää olla mahdollista säilyttää EU ETS -prosessissa. Vaikka kaikki EU:n päästökaupan valvontaan osallistuvat maat käyttävät kappaleessa 2.2 esiteltyä kasvihuonekaasupäästöjen valvontaprosessia lähes sellaisenaan, kaikki normaalisti prosessista poikkeavat menettelyt pystyttiin toteuttamaan raportointiformaattia käyttäen Saksaan toimintatapaa lukuun ottamatta. Saksan poikkeavaa menettelytapaa varten raportointiformaattiin tehtiin muutos, joka esitellään seuraavassa.

Kuten aiemmin on kuvattu, jokaisessa Euroopan maassa on oma viranomaisorganisaationsa, joka valvoo päästökauppaa ja päästökauppaan velvoitettuja toimijoita, eli toiminnanharjoittajia. Harjoittaessaan toimintaa, josta syntyy kasvihuonekaasupäästöjä, joutuu toiminnanharjoittaja anomaan päästölupaa sen maan viranomaiselta, jossa toiminta tapahtuu. Myös vuosittainen raportointi tapahtuu samaan tapaan samalle viranomaiselle. Saksassa asia on kuitenkin toisin. Vaikka Saksassa on vain yksi viranomaisorganisaatio, jolla on valtuudet myöntää päästölupia toiminnanharjoittajalle, mutta jokaisella Saksan osavalttiolla (kuten Baijeri, Bremen, tai Saksi) on myös oma paikallinen viranomainen, joka valvoo toiminnanharjoittajan toimintoja (esim. tarkkailusuunnitelma, raportointi) luvan myöntämisen jälkeen. Muissa maissa luvalla tarkoitetaan käytännössä päästöluvan ja siihen liittyvät tarkkailusuunnitelman muodostamaa dokumenttikokonaisuutta. Saksassa päästölupa on kuitenkin vain lupa harjoittaa kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavaa toimintaa, mutta siihen liittyvän tarkkailusuunnitelman ja päästöraportin tarkistaa ja hyväksyy kunkin osavaltion itsenäinen viranomainen. Käytäntöä on havainnollistettu kuvassa 44, jossa punaiset pisteet kuvastavat viranomaisorganisaatiota (esim. Suomessa Energiamarkkinavirasto, Saksassa taas jokaisessa osavaltiossa muista valvontaelimistä itsenäisesti toimiva viranomaisorganisaatio), ja nuolet puolestaan eri toiminnanharjoittajien lähettämiä *EUETSReport*-viestejä.



Kuva 44. Esimerkkejä EUETSReport-viestien kulusta toiminnanharjoittajilta viranomaisille Suomessa ja Saksassa

Kuten aiemmin on esitelty, tarkkailusuunnitelmaan voi tulla muutoksia raportointikauden aikana. Muutos voi johtua monesta asiasta, esim. vikaantuneesta päästölähteestä. Suurin osa maista velvoittaa toiminnanharjoittajan toimittamaan vain yhden raportin huolimatta siitä, kuinka monta tarkkailusuunnitelmaa toiminnanharjoittajalla on ollut raportointikauden aikana. Saksassa kuitenkin päästöraportti on palautettava erikseen jokaiselle tarkkailusuunnitelmalle, jonka toiminnanharjoittaja on raportointikauden aikana viranomaiselle toimittanut. Jotta raportointiformaatti tukisi myös Saksan omaa menettelytapaa päästöluvan ja tarkkailusuunnitelman hyväksyttämisessä, sekä useamman raportin toimittamista eri tarkkailusuunnitelmiin liittyen, vaikeuttamatta kuitenkaan raportointiformaatin käyttöä muissa maissa, lisättiin EUETSReport-viestiin jokaisen eri kasvihuonekaasun raporttiosioon vapaaehtoinen `ParentDocumentReference`-elementti. Kuten kappaleessa 4.3.1 kerrottiin, elementtiä käytetään viittauksena siihen EUETSRequest-viestiin, jota päästöraportti koskee. Näin päästöraportissa voidaan halutessa spesifioida, mitä tarkkailusuunnitelmaa mikäkin osa raportista koskee. Ratkaisu ei aiheuta mitään muutoksia muiden maiden toimintaan EUETSReport-viestin käyttöön liittyen.

5 Johtopäätökset

5.1 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksen lopputuloksena on syntynyt XBRL-taksonomiana toteutettu Euroopan laajuinen sähköinen raportointiformaatti päästölupien haun, päästöjen tarkkailun, raportoinnin, sekä todentamisen tueksi. Raportointiformaatti täyttää niin ennalta asetetut, kuin tutkimusprosessin aikanakin syntyneet vaatimukset, sekä toteuttaa kaikki sen kannalta relevanttien regulaatioiden ehdot ja määräykset kasvihuonekaasujen tarkkailuun ja raportointiin liittyen.

Tutkimuksen aluksi tutkittiin päästöjen valvontaan suunniteltuja käytössä olevia järjestelmiä. Järjestelmien analysoinnin aikana todettiin, että niitä voidaan soveltuvilta osin käyttää pohjana raportointiformaatin tietomallille. Tutkituista järjestelmistä saatiin kerättyä tietoa mm. hyvistä toimintatavoista EU ETS -prosessiin liittyen, esim. tarkkailusuunnitelman ja raportoinnin vahva linkittäminen toisiinsa, sekä malleja kasvihuonekaasupäästöihin liittyvien tietojen rakenteelliseen esittämiseen.

Raportointiformaatti on suunniteltu viestien välitykseen toiminnanharjoittajilta viranomaisille. Erilaisten viestien tarpeellisuutta arvioitiin käyttäen lähtökohtana EU ETS -prosessia, jonka mukaisesti kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailu ja raportointi Euroopassa suoritetaan. EU ETS -prosessi jakautuu kahteen eri päävaiheeseen, tarkkailuun ja raportointiin, joten oli luontevaa jakaa myös raportointiformaatti kahteen eri viestiin. Toteutuksessa huomioitiin tarve muidenkin viestien lisäämiseen myöhemmässä vaiheessa.

Tarvittavaa viestien informaationsisältöä analysointiin kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailusta ja raportoinnista määräävän regulaatioon, MRG2007:ään nojautuen. Regulaation asettamia sääntöjä ja ehtoja tarkkailulle ja vuosittaiselle raportoinnille tutkittiin tarkasti, minkä perusteella suunniteltiin raportointiformaatin rakenne. Rakenteen ohella määritettiin lisäksi raportointiformaatin eri osien suhteet ja sisäiset viitteet. Lopuksi määritettiin elementtien tietotyypit, sekä sallittu tietosisältö ja elementtien esiintymismäärä. Haasteena oli pitää raportointiformaatti tarpeeksi yksinkertaisena, sisällyttäen siihen samalla kaikkien oleellisten regulaatioiden monimutkaiset säännöt ja (riittävä) yksityiskohtaisuuden taso. Eri kasvihuonekaasut on raportointiformaatissa eroteltu omiksi kokonaisuuksikseen. Tämä johtuu pääosin

siitä, että eri kaasuille pätevät täysin erilaiset tarkkailun ja raportoinnin säännöt, mutta kaasujen jakaminen on järkevä ratkaisu myös laajennettavuuden kannalta.

Raportointiformaatti ja kaikki sitä tukeva materiaali on kokonaisuudessaan vapaasti saatavilla Euroopan Komission [www-sivuilla](http://www.sivuilla) [36].

5.2 Tulosten arviointi

Vaikka raportointiformaatti täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset, on sen teknisestä toteutuksessa pyritty mahdollisimman yksinkertaiseen tiedon kuvaukseen, välttämällä monimutkaisia teknisiä ratkaisuja. Tästä johtuen raportointiformaatissa on mm. tietynasteista redundanssia esim. eri tarkkailumenetelmien kuvauksissa. Tämä johtuu siitä, että ymmärrettävyyttä haluttiin painottaa teknisesti tehokkaita menetelmiä enemmän. Monimutkaisuus toteutuksessa nähtiin pikemminkin haitaksi, kuin hyödyksi. Ratkaisu on sinänsä ymmärrettävä, sillä raportointiformaatin loppukäyttäjiä ovat toiminnanharjoittajat, joiden ei voida olettaa osaavan käyttää teknisesti monimutkaista raportointiformaattia. Myös jatkokehityksen ja ylläpidon kannalta yksinkertainen toteutus helpottaa muutoshallintaa, kun raportointiformaatin rakenteesta ja dataelementeistä voidaan selkeästi nähdä vastaavuus MRG2007:n määräyksiin.

Tutkimuksessa kehitetyn raportointiformaatin soveltuvuutta tulevaan käyttötarkoitukseensa seurattiin koko kehitysprosessin ajan monin eri tavoin. Iteratiivista suunnittelu- ja toteutusprosessia käytettiin varmistamaan raportointiformaatin teknisen toteutuksen laadukkuus, sekä tietosisällön vastaavuus MRG2007:n määräyksiin. Sisällöllisiä vaatimuksia ja niiden täyttymistä tarkkailtiin myös työryhmässä, joka kokoontui neljä kertaa tutkimuksen aikana keskustelemaan raportointiformaatin toteutuksesta, sille asetetuista edellytyksistä, sekä käytännön kokemuksista erityisesti kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailuun ja raportointiin liittyen. Työryhmän kokoontumisissa analysointiin raportointiformaatin sen hetkistä toteutusta ja keskusteltiin tarvittavista muutoksista. Kokoontumisten välillä käytiin lisäksi yksityiskohtaisempia keskusteluja tiettyjen asiantuntijoiden kanssa, hyödyntäen näin tietoa ja erilaisia kokemuksia mahdollisimman laajalta alalta. Keskustelujen perusteella raportointiformaattia muokattiin tarpeellisilta osilta ja muutokset hyväksyttiin työryhmässä. Lisäksi raportointiformaattia testattiin muutamien maiden toimesta syöttämällä siihen todellista dataa tarkkailusuunnitelmista ja päästöraporteista. Näin ollen voidaan perustellusti sanoa, että kehitetty raportointiformaatti vastaa hyvin siihen puutteeseen, joka on ollut Euroopan laajuisen kasvihuonekaasupäästöjen keskitetyn valvonnan esteenä.

Tarkasteltaessa raportointiformaattia kokonaisuutena, sen huomattavin puute EU ETS -prosessin näkökulmasta tarkasteltuna on se, että se ei tällä hetkellä tue todentajaluvan hakua. Toisaalta todentajaluvan jättäminen raportointiformaatin ulkopuolelle on hyvin ymmärrettävää, sillä todentajat ovat yksinkertaisesti vain joukko valtion toimielimien ja virastojen akkreditoimia toimijoita, joita kasvihuonekaasuja päästävien laitosten on lain mukaan käytettävä ulkopuolisina, riippumattomina tarkastajina ilmoittamilleen päästöille. Todentajalupa tai siihen liittyvä informaatio ei siis itsessään vastaa mihinkään kasvihuonekaasupäästöihin liittyviin kysymyksiin, toisin kuin päästölupa, tarkkailusuunnitelma, sekä päästöraportti. Todentajalupa ja todentajat itsessään eivät näin ollen ole suoranaisesti osa päästökaupan toimintaa, vaikka he ovat eittämättä tärkeä osa kasvihuonekaasupäästöjen valvontaa.

5.3 Tulosten hyödyntäminen

Tutkimuksen tuloksen syntyneenä raportointiformaattia tullaan käyttämään koko Euroopan laajuisesti osana EU ETS -prosessin vuosittaista läpivienttiä. Kansallisten viranomaisten vastuu päästöjen valvontaan liittyen helpottuu ja yksinkertaistuu, kun kaikki toiminnanharjoittajilta kerättävät tiedot on valmiiksi määritelty standardoituun formaattiin. Päästölupien, tarkkailusuunnitelmien, päästöraporttien ja todentajalausuntojen standardimuotoinen tallentaminen mahdollistaa mm. entistä tehokkaamman tilastoinnin ja päästöjen kehityksen seurannan koko Euroopassa. Kasvihuonekaasupäästöihin liittyvien tietojen Euroopan laajuisen vertailun mahdollistaminen onkin yksi raportointiformaatin tärkeimpiä ominaisuuksia. Näitä tietoja voidaan käyttää esim. seuratessa Euroopan kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä eri toiminta-aloilla, sekä arvioitaessa tulevia päästöjen vähentämiseen tähtääviä toimia ja säädöksiä.

Raportointiformaatin tehokkaan käyttöönoton kannalta suurin kynnys on sen käytöstä määräävän regulaation puute. Toisaalta raportointiformaatin käyttöä ei voida lailla määrätä, ennen kuin sen käyttöön on tarjota työkaluja niin toiminnanharjoittajalle, kuin viranomaisellekin. Vielä paperiseen toimintamalliin tukeutuvilta mailta ei voida odottaa teknisiä tai taloudellisia resursseja kehittää tai hankkia järjestelmiä, jotka tukevat raportointiformaattia teknisesti. Toisaalta päästöjenvalvonnassa käytettyjen järjestelmien teknisellä puolella ansioituneet maat, kuten Iso-Britannia, Hollanti, sekä Suomi, tahtonevat ottaa raportointiformaatin käyttöön mahdollisimman pian, sekä kehittää myös työkaluja sen käyttöön. Niinpä yhteistyö tarvittavien työkalujen ja järjestelmien kehittämisessä hyödyttäisi todennäköisesti kaikkia osapuolia sekä

taloudellisesti, että päästöjen valvonnan tekniseltä kantilta. Tällaisen hankkeen edistämisen kannalta Euroopan Komission vahva rooli ja vastuun otto on tärkeää.

Käyttöönottoon liittyvien tekijöiden lisäksi raportointiformaatti tarvitsee ylläpidosta ja kehityksestä vastaavan tahon. Tämäkin rooli lankeaa Euroopan Komissiolle, sillä se vastaa (sekä olemassa olevista, että myöhemmin kehitettävistä) regulaatioista, jotka määräävät kasvihuonekaasujen valvonnasta. Esimerkiksi uusien kaasujen valvonnasta määräävät ohjeet tekee Komissio, joten on luonnollista, että se ottaa vastuun myös raportointiformaatin päivittämisestä tarvittavilta osin. Tutkimuksen kirjoitushetkellä Hollannin päästökauppaviranomaiset valmistelevat raportointiformaatin kanssa yhteensopivaa teknistä määrittystä typpioksidin tarkkailulle ja raportoinnille. Valmistuessaan määrittäminen on aiheellista analysoida ja lisätä kiinteäksi osaksi raportointiformaattia, jotta myös typpioksidin valvontaan liittyvät tiedot tulevat sisällytetyiksi raportointiformaattiin.

5.4 Jatkotutkimusaiheita

Mielenkiintoisena jatkotutkimusaiheena voisi toimia tutkimus siitä, kuinka paljon raportointiformaatin käyttö vähensi virheitä päästöluvan haussa ja kasvihuonekaasupäästöjen vuosittaisessa raportoinnissa. Mittarina voisi luvanhaussa ja raportoinnissa tehtyjen virheiden määrän lisäksi käyttää myös virheiden korjaamisen käytettyä aikaa viranomaisilla, toiminnanharjoittajilla, sekä todentajilla. Johtuen (vielä tällä hetkellä) raportointiformaatin käyttöönottoon pakottavan määräyksen puutteesta, sekä huomioon ottaen aiemmin vastaavien Euroopan laajuisten kasvihuonekaasupäästöjen raportointiin liittyvien regulaatioiden ja niiden seurauksena kehitettyjen sähköisten järjestelmien tuottamisaikataulun, tällainen tutkimus voitaneen tehdä arviolta aikaisintaan vuonna 2012.

Toisena aiheena voisi olla todentajaluvituksen lisääminen raportointiformaattiin. Raportointiformaatin kehityksen ja laajemman käyttöönoton kannalta olisi tärkeää, että myös todentajalupien haku saataisiin hoidettua raportointiformaattilla. Vaikka päästöraporttien todentaminen voidaankin jo suorittaa raportointiformaattia käyttäen, todentajien luvanhaun mahdollistaminen motivoisi myös todentajaorganisaatioita rakentamaan raportointiformaattia tukevia sähköisiä järjestelmiä, mikä puolestaan vahvistaisi raportointiformaatin asemaa ja käyttöä kasvihuonekaasupäästöjen valvonnan sähköisenä standardina. Todentajien luvanhaun mukaan ottaminen täydentäisi raportointiformaatin soveltuvuutta kestäväksi ja kokonaisvaltaiseksi Euroopan laajuiseksi sähköiseksi formaatiksi kasvihuonekaasujen valvontaan.

Tällä hetkellä ei ole olemassa tapaa tai järjestelmää, jolla kasvihuonekaasupäästöjä voisi seurata reaaliaikaisesti sen pikemmin paikallisesti kuin Euroopan laajuisestikaan. Jatkotutkimuksena voitaisiin suorittaa selvitys, olisiko kasvihuonekaasupäästöjen reaaliaikaisempi seuranta läpi vuoden raportointiformaatin avulla mahdollista esim. kvartaaleittain, jos raportointiformaatin mukaisesta raportoinnista saadaan kehitettyä riittävän kevyt kokonaisuus. Kappaleessa 3.4.2 aiemmin esiteltyä XBRL:n taksonomian laskutoimitusmäärittelyä, joka mahdollistaa erilaisten laskelmien automaattisen suorittamisen ilmentymädokumentin tiedoista, voisi todennäköisesti hyödyntää erityisesti kasvihuonekaasupäästöjen jatkuvassa seurannassa.

Kirjallisuusviitteet

- [1] ETS review, <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/070426.pdf>, ja <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/etsreview2/5f.pdf>, viitattu 20.5.2009
- [2] Impact assessment, http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/com_2008_16_ia_en.pdf, viitattu 20.5.2009
- [3] Demand for a workflow system for the EU ETS, http://www.icapcarbonaction.com/docs/mrvce_material/session3/Session_III%20Ormonde_Joel_Environment%20AgencyUK.pdf, viitattu 20.5.2009
- [4] Kohti yhteistä ympäristötietojärjestelmää (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0046:FIN:FI:DOC>) viitattu 4.2.2009
- [5] INSPIRE direktiivi Euroopan yhteisön paikkatietoinfrastruktuurin perustamisesta, <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>, viitattu 30.1.2009
- [6] Data Exchange Standards (DES), http://unfccc.int/kyoto_mechanisms/registry_systems/items/3683.php, viitattu 8.2.2009
- [7] Ohje kasvihuonekaasupäästöjen tarkkailua ja raportointia varten (MRG 2007), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:059:0001:0074:FI:PDF>, viitattu 15.1.2009
- [8] Information Technology enhances consistency, transparency and efficiency in EU-ETS, PricewaterhouseCoopersin tutkimus tietotekniikan käytöstä ja laajemman käytön mahdollisuuksista päästökaupan alalla
- [9] Language for the electronic communication of business and financial data, <http://www.xbrl.org/>, viitattu 11.2.2009
- [10] Definitive XML Schema, Priscilla Walmsley, Prentice Hall PTR 2002
- [11] XML Schemas, Chelsea Valentine, Ed Tittel, and Lucinda Dykes, Sybex Incorporated 2002
- [12] XML Schema, Eric van der Vilst, O'Reilly 2002

- [13] XML ja taloushallinnon elektroninen raportointi - XBRL:n soveltaminen taloudellisen tiedon esittämiseen, Juha Kiiski, Pro Gradu 2004
- [14] Business to business interoperability: A current review of XML data integration standards, Fenareti Lampathaki et al. 2008
- [15] XBRL-muotoinen raportointi,
<http://www.rahoitustarkastus.fi/Fin/Valvottavalle/Raportointi/XBRL-muotoinen+raportointi/etusivu.htm>, viitattu 21.5.2009
- [16] World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/>, viitattu 24.5.2009
- [17] System Requirements Engineering, Pericles Loucopoulos and Vassilios Karakostas, McGraw-Hill 1995
- [18] Software Requirements, Karl Wiegers, Microsoft Press, Redmond Washington 2003
- [19] XML-pohjaisen verkkolaskun testauspalvelun suunnittelu, Kim Hacklin, diplomityö 2006
- [20] ETS Reporting Language - Framework choice, PricewaterhouseCoopers, 2009
- [21] KPMG - vLearn course for XBRL instance and taxonomy documents,
<http://www.us.kpmg.com/microsite/xbml/train/86/86.htm>, Figure 8, viitattu 22.7.2009
- [22] XBRL-muotoinen raportointi,
http://www.finanssivalvonta.fi/fi/Raportointi/Pages/XBRL_raportointi.aspx, viitattu 22.7.2009
- [23] Kyoto-protokolla, http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php, viitattu 13.8.2009
- [24] World Wide Web Consortiumin suositus, Extensible Stylesheet Language,
<http://www.w3.org/Style/XSL/>, viitattu 18.8.2009
- [25] World Wide Web Consortiumin suositus , Cascade Stylesheet,
<http://www.w3.org/Style/CSS/>, viitattu 18.8.2009
- [26] Comparing XML and XBRL, Cliff Binstock, Charles Hoffman, Rene van Egmond, and Phil Walenga, 2005,
[http://www.xbrl.org/technical/guidance/XBRLComparedToXML-2005-07-06-\(4\).pdf](http://www.xbrl.org/technical/guidance/XBRLComparedToXML-2005-07-06-(4).pdf), viitattu 18.8.2009
- [27] An Introduction to XBRL, Jim Richards, Barry Smith, and Ali Saeedi 2004
- [28] History of XBRL, <http://www.xbrl.org/history-print.aspx>, viitattu 2.8.2009

- [29] Financial Reporting Taxonomies Architecture,
<http://www.xbrl.org/technical/guidance/FRTA-RECOMMENDATION-2005-04-25+corrected-errata-2006-03-20.rtf>, viitattu 19.8.2009
- [30] Naming of concepts in XBRL, <http://www.xbrl.org/RFC/IPP-RFC-PWD-2009-08-14.doc>, viitattu 19.8.2009
- [31] International Accounting Standards Board, Fundamentals of XBRL,
<http://www.iasb.org/XBRL/Resources/Fundamentals.htm>, viitattu 19.8.2009
- [32] Understanding and Using XBRL Extensibility,
<http://www.xbrl.org/philadelphia%20presentations/DEV01%20Hoffman%20UsingXBRLExtensibility-2006-10-25.pdf>, viitattu 19.8.2009
- [33] XBRL-spesifikaatio, <http://www.xbrl.org/SpecRecommendations/>, viitattu 25.8.2009
- [34] UN/CEFACT, Core Component Library, UN/CCL version 09A,
http://www.unece.org/cefact/codesfortrade/unccl/CCL_index.htm, viitattu 26.8.2009
- [35] Tilastokeskuksen polttoaineluokitus 2007,
http://www.stat.fi/meta/luokitukset/polttoaineet/001-2007/koko_luokitus.html,
viitattu 27.8.2009
- [36] European Commission, Electronic Templates for Monitoring and Reporting of Greenhouse Gas Emissions under the EU ETS,
http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/mrg_templates_en.htm, viitattu 11.10.2009
- [37] European Commission, Community Independent Transaction Log,
http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/citl_en.htm, viitattu 30.11.2009
- [38] UNFCCC, Registry systems under the Kyoto Protocol,
http://unfccc.int/kyoto_protocol/registry_systems/items/2723.php, viitattu 30.11.2009
- [39] European Commission, Regulation on CO2 from light commercial vehicles,
http://ec.europa.eu/environment/air/transport/co2/co2_cars_regulation.htm,
viitattu 31.11.2009
- [40] European Commission, Invitation to Tender DG ENV.C.2/SER/2008/0099r,
Defining an electronic reporting format for EU ETS